Ueber die

Bildung der Materie

aus

ihren einfachen Elementen.

Oder

das Problem der Materie

nach ihren

chemischen und physikalischen Beziehungen

mit Rücksicht

auf die sogenannten Imponderabilien.

Von

Dr. C. S. Cornelius

Docent an der Universität Halle.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1856.

Prospectus.

Bei Otto Wigand, Verlagsbuchhändler in Leipzig, ist erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Physikalisches Lexikon.

Encyklopädie

der

Physik und ihrer Hilfswissenschaften: der Technologie, Chemie, Meteorologie, Geographie, Geologie, Astronomie, Physiologie rc. nach dem Grade ihrer Verwandtschaft mit der Physik.

Zweite,

in Verbindung mit mehren Gelehrten unter Benutzung der neusten Schriften des In- und Auslandes neu bearbeitete, mit Angabe der Literatur und der Quellen bereicherte, mit mehren Tausend in den Text gedruckten Abbildungen von Apparaten, Instrumenten und Maschinen ausgestattete und zahlreiche Tabellen enthaltende Auflage.

Begonnen von

Professor Dr. Oswald Marbach.

Fortgesetzt von

Dr. C. S. Cornelius,

Docent der Physik an der Universität Halle.

Die Naturwissenschaften sind in unsern Tagen anerkanntermaßen eine Macht geworden, welche das Leben beherrscht, so daß kein Gebildeter sich ihnen auf die Dauer ganz entziehen kann. Dieselben sind jetzt nicht mehr das Eigenthum eines kleinen Kreises von Forschern, sondern sie sind herausgetreten aus der Studirstube der letztern in das bürgerliche Leben und erstrecken ihren Einfluß auf alle Gliederungen der menschlichen Gesellschaft. Nicht etwa blos dem producirenden Techniker sind sie unentbehrlich geworden, sondern selbst jeder einer solchen Thätigkeit Fernstehende, wenn er überhaupt zu den Gebildeten gerechnet sein will, darf sich nicht mehr mit Unkenntniß, die ihn nicht beschäme, entschuldigen wollen. Oder steht es nicht so z. B. mit der Dampfmaschine, mit den Eisenbahnen, mit den elektrischen Telegraphen, mit der Gasbeleuchtung u. s. w.? In solchen Zeiten thut ein Werk Noth, welches ein schneller und sicherer Rathgeber ist.

Die physikalischen Wissenschaften sind es besonders, welche mit den andern Zweigen der Naturwissenschaft: Technologie, Chemie, Meteorologie, Geographie, Geologie, Astronomie, Physiologie rc. in mannichfacher Berührung stehen und ihnen sogar als Basis dienen; sie sind Verwandte der Physik und daher ist diese auch berechtigt und verpflichtet, denselben bei sich Aufnahme zu gewähren. Dem anerkannten Marbach'schen physikalischen Wörterbuche, welches eine zweite

Auflage nöthig machte, haben wir daher durch eine erweiterte Tendenz einen solchen Inhalt und Gehalt gegeben, daß wir dasselbe jetzt mit Recht als Encyklopädie der Physik und ihrer Hilfswissenschaften bezeichnen können, durch welche dem angegebenen Bedürfnisse auf die entsprechendste Weise Abhilfe geschieht.

Diese Encyklopädie ist in ihrer lexicalischen Anordnung — eine Form, durch welche bekanntlich besser als durch jede andere eine vollständige und schnelle Uebersicht des Zusammengehörigen erreicht werden kann — vorzugsweise geeignet, verschiedenen Interessen zugleich zu dienen, und es ist dies, wie aus den bereits erschienenen 50 Lieferungen deutlich zu ersehen, in einer Weise erreicht worden, daß sowohl diejenigen, welche durch physikalische Kenntnisse nach allgemeiner Bildung streben, Befriedigung finden werden, als auch Techniker nicht umsonst nach den wünschenswerthen Aufschlüssen suchen dürften; nicht minder ist durch die Angabe der Literatur und der Quellen den Bedürfnissen derjenigen entgegengekommen, welche als angehende Fachmänner einzelnen Phänomenen besondere Studien widmen; denn diese werden in den betreffenden Artikeln bei der erstrebten Gründlichkeit und Vollständigkeit den Stand leicht übersehen, bis zu welchem die Forschung zur Zeit vorgeschritten ist, um darauf weiter bauen zu können. Es empfiehlt sich daher dieses Werk nicht nur jedem Gebildeten überhaupt, sondern auch den Technikern und Fachmännern insbesondere, namentlich aber den Lehrern an höheren Lehranstalten und angehenden Physikern, welche tiefer in die Wissenschaft einzudringen beabsichtigen. Hierbei möchte ganz vorzüglich noch dies Beachtung verdienen, daß neben dem praktischen Interesse, welchem das Werk huldigt, auch die Theorie eine angemessene Berücksichtigung gefunden hat, in welcher Beziehung sogar die Artikel: Elektricität, Elektromagnetismus, Galvanismus u. a. Darstellungen enthalten, welche durch Neuheit und wegen ihrer erfahrungsmäßigen Grundlage vorzugsweise Anknüpfungspunkte zu ferneren Forschungen bieten dürften. —

Nachdem Hr. Prof. Marbach durch anderweitige Berufsgeschäfte veranlaßt war, von der Redaction der zweiten Auflage frühzeitig zurückzutreten, ist das Werk unter der Redaction des Hrn. **Dr. Cornelius** rüstig fortgeschritten. Schnelle Aufeinanderfolge der einzelnen Lieferungen kann verbürgt werden, und binnen 2 Jahren soll das vollständige Werk in den Händen der Abnehmer sein.

Was die äußere Ausstattung betrifft, so möchte wohl auch in dieser Hinsicht die deutsche Literatur kein ähnliches Werk aufweisen können; besonders heben wir die zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen von Apparaten, Instrumenten und Maschinen hervor, auf deren Ausführung wir die größte Sorgfalt verwenden, damit überall, wo es nöthig und zweckdienlich erscheint, das Verständniß erleichtert werde.

Es steht Jedermann 1 Exemplar der erschienenen Lieferungen zur Einsicht zu Dienste, da wir bereit sind, jeder Buchhandlung Exemplare dieses Werkes nach Begehr zu schicken.

Das ganze Werk soll 5 — 6 Bände stark werden; es erscheint in Lieferungen à 15 Ngr., von denen 10—12 auf einen Band gehen.

Erschienen ist 1. bis 4. Band.

Leipzig, im Juli 1855. **Otto Wigand.**

Ueber die

Bildung der Materie

aus

ihren einfachen Elementen.

Oder:

das Problem der Materie

nach ihren

chemischen und physikalischen Beziehungen

mit Rücksicht

auf die sogenannten Imponderabilien.

Von

Dr. C. S. Cornelius,

Docenten an der Universität Halle.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1856.

Vorwort.

Obwohl im Gebiete der Naturforschung zwei Ansichten über das Wesen der Materie, die atomistische und dynamische, lange Zeit einander gegenüberstehen, so hat man bekanntlich doch nur von der ersteren ernstlichen Gebrauch zur Erklärung der Naturerscheinungen gemacht, wie denn auch nur diese Ansicht zu merklichen Fortschritten besonders anregte. Schon das einzige Factum der chemischen und mechanischen Theilbarkeit der Materie, insbesondere auch die Theilbarkeit der Krystalle nach ihren verschiedenen Blätterdurchgängen, führte gewissermaßen nothwendig zur atomistischen Vorstellungsweise, im Gegensatze zur dynamischen Ansicht, welche die Materie als ein den Raum continuirlich Erfüllendes in der Weise ansieht, daß jedes Stück Materie, wie groß oder klein dasselbe auch gedacht werden mag, als ein unendlich Vielfaches von materiellen Theilen erscheint. Diese dynamische Ansicht beschränkte sich stets nur auf einige sehr allgemein gehaltene, ziemlich leere Betrachtungen, während die Atomistik sich wirklich fähig erwies, in's Detail der Erscheinungen erklärend einzudringen.

Die Mehrzahl der Naturforscher ist der Atomistik zugethan. Wie die Körper im Weltraume sich als wirklich discrete Massen darstellen, die aber dennoch zu kleineren und größeren Systemen unter einander verknüpft sind, so denkt man sich gewissermaßen auch die

kleinsten Theilchen irgend eines Körpers zu einem Ganzen verbunden, das sich nur scheinbar, weil die Theilchen desselben sehr nahe beieinander stehen, als ein Continuum darbietet. Die Ansicht, daß die Materie den Raum als ein geometrisches Continuum erfülle, wird schon durch das Factum der Porosität beschränkt, während dieselbe außerdem noch zu besonderen Schwierigkeiten führt, die anerkanntermaßen nur durch die Annahme einer Discretion der Materie beseitigt werden können.

Ist nun die Materie nicht ins Unendliche theilbar, so muß sie zuletzt aus nicht weiter theilbaren Elementen (Atomen) bestehen. Denkt man sich aber diese Elemente als Kügelchen oder überhaupt als Körperchen von ungemein kleinen Dimensionen, so haben sie ohne Zweifel Theile, die, als discrete mit einander verbunden gedacht, vielmehr als das aus ihnen bestehende Ganze den Namen der Elemente der Materie verdienen werden. Und dies wird sich so oft wiederholen, als in den Theilen sich neue Theile unterscheiden lassen, auf deren wirkliche Trennung es dabei gar nicht ankommt. Stellt man sich dagegen die Elemente als sehr kleine geometrische Continua vor, so haben sie ebenwohl nicht nur Theile, sondern sind auch in Gedanken wieder einer unendlichen Theilbarkeit fähig. Ja die Atomistik muß dann sogar jene continuirliche Raumerfüllung, die bei einem größeren materiellen Ganzen unzuläßig erscheint, den Elementen gestatten. Unsere Vorstellung von der Materie behält also in dem einen wie in dem anderen Falle etwas durchaus Unfertiges. Mit dem Begriffe eines materiellen Elements verhält es sich gleichsam wie mit dem Begriffe des Mittel- oder Schwerpunktes einer Kugel, wenn man sich diesen als ein sehr kleines Kügelchen vorstellen wollte. Der Radius der Kugel würde dann die Entfernung ihres Umfanges von dem Mittelpunkte des Kügelchens sein. Da man sich aber den letzteren von Neuem als ein Kügelchen von noch kleineren Dimensionen als das erste denken könnte, und so fort in's Unendliche; so würde der Kugel ohne Zweifel gar kein Mittelpunkt zugehören, obschon der Begriff derselben einen solchen fordert. Darum ist der Mittelpunkt, wie gewöhnlich, als ein einfacher, mathematischer

Punkt aufzufassen, wodurch jener regressus in infinitum beseitigt wird. Und in ähnlicher Weise gelangt auch der Begriff des Elements erst dann zur Reife, wenn man dasselbe als ein absolut einfaches, aber qualitativ bestimmtes Wesen anerkennt.

Auf der anderen Seite ist keine Art von Materie ein bloßes Aggregat von Atomen. Dies anzunehmen verbietet bei den starren und tropfbar flüssigen Körpern schon das Factum der Cohäsion. Die Atome müssen in einem gewissen Verhältnisse der Wechselwirkung zu einander stehen und sich demgemäß auf bestimmte Weise zu einem größeren Ganzen gruppiren. Denn die Materie, die nicht bloßer träger Stoff ist, verräth mancherlei Kraftäußerungen, durch welche sie erfahrungsmäßig charakterisirt ist. Die Materie ist aber nicht aus Stoff und Kraft, wie aus zwei selbstständigen Dingen, zusammengesetzt; beide, Stoff und Kraft, lassen sich nur in der Abstraction voneinander trennen. Die Kraftäußerungen der Materie sind vielmehr Qualitätsäußerungen ihres Stoffes, d. h. der Elemente, aus welchen die verschiedenen Körper constituirt sind. Die Annahme selbstständiger Kräfte hinter und zwischen den Atomen ist im Grunde eine ungereimte Vorstellungsweise, bei der noch die Frage zu erledigen ist, ob diese Kräfte nicht etwan schon allein fähig sind, die Materie zu bilden. Bedürfen aber die Kräfte eines Substrats, wie in der Regel behauptet wird, so ist damit eben gesagt, daß ihnen eine selbstständige, von den Atomen und von der Materie unabhängige Existenz nicht zukommt; sie sind dann Thätigkeiten derselben und nichts anderes.

Die atomistische Ansicht läßt sich, ohne ihr Grundprincip zu verletzen, auf verschiedene Weise fassen. Man kann, falls man nicht zu den letzten Consequenzen fortschreiten will, die Atome als kleine Kügelchen betrachten, auch unbedenklich noch eine partiale Durchdringung derselben hinzunehmen, und dadurch eine Ansicht gewinnen, die allenfalls geeignet ist, eine Menge chemischer und physikalischer Erscheinungen in einen begriffsmäßigen Zusammenhang zu bringen*). Die Ato-

*) Vergl. des Verf. Naturlehre mit Rücksicht auf den innern Zusammenhang der Erscheinungen. Leipzig 1849. Einleitung.

mistik drängt jedoch auch so noch, in Folge der in ihr liegenden Schwierigkeiten und Bedenklichkeiten, weiter; sie trägt, so zu sagen, in sich selber ein Princip des Fortschritts, der, wenn auch zunächst nur versuchsweise, geschehen muß, um sie begriffsmäßig abzuschließen. Da nun weder die dynamische Ansicht, insofern sie eine stetige Raumerfüllung durch die Materie voraussetzt, noch die atomistische, falls sie materielle, wohl gar absolut harte und für einander undurchdringliche Atome als letzte Bestandtheile der Materie annimmt, das eigenthümliche Wesen dieser letzteren zu erhellen vermag; so bleibt noch der Versuch übrig, die Atome als absolut einfache, an sich unräumliche Elemente aufzufassen. Es ist dann nachzuweisen, wie aus solchen Elementen die mit Raumbestimmungen behaftete Materie bestehen könne. Daß dies überhaupt sehr wohl möglich ist, läßt sich im Allgemeinen ohne große Mühe darthun, wenn man nur zwischen den einfachen Atomen dieselben Kraftverhältnisse annimmt, die man für die materiellen Atome schon längst vorausgesetzt hat. Die physikalische Atomistik gewinnt dann eine einfachere und reinere Gestalt, ohne daß sie ihren eigenthümlichen Charakter einbüßt.

Die Ansicht von einfachen Elementen, als letzten Bestandtheilen der Materie, findet sich bei Herbart und in dessen Schule. Auch fehlt es nicht an rühmlichst bekannten Physikern, welche dieser Ansicht huldigen. So Ampère, Cauchy, Séguin, Moigno, Faraday und Fechner*), welcher letztere noch von W. Weber berichtet, daß dieser die Möglichkeit anerkenne, die Atome als ausdehnungslos zu denken und darauf eine geistige Auffassung der Atomistik zu basiren.

Nicht geringe Schwierigkeiten erheben sich aber, wenn man die Kraftverhältnisse, durch welche das Dasein der Materie bedingt ist, zum Gegenstande einer eingehenden Betrachtung macht. Es kann gefragt werden, ob die Atome ursprünglich Kräfte der Anziehung und Abstoßung äußern, oder ob diese Kräfte nicht vielmehr etwas Secundäres sind, das erst unter besonderen Bedingungen zu Tage tritt. Wir halten

*) Ueber physikalische und philos. Atomenlehre. Leipzig 1855. S. 161.

das letztere für das Wahrscheinlichere, um so mehr als es mit bekannten, erfahrungsmäßig erzeugten Begriffen in Uebereinstimmung ist. Die Erfahrung deutet vielfach darauf hin, daß die materiellen Dinge erst durch ihr Zusammenkommen, und zwar unter gewissen Umständen zu bestimmten Kraftäußerungen gebracht werden. Jedes Theilchen der Materie findet den Grund und die Veranlassung zu seiner Thätigkeit in den benachbarten Theilchen, und dasselbe Verhalten wird auch zwischen den letzten Elementen der Materie stattfinden. Volle Bestimmtheit erlangt aber dieser Gedanke erst dadurch, daß man bis zur Durchdringung der Elemente fortschreitet, und dann mit Rücksicht auf die Qualität derselben die möglichen Folgen eines solchen Zusammenseins entwickelt. Die Durchdringung der Elemente kann ihnen Veranlassung bieten, daß sie gemäß ihrer Qualität gegeneinander reagiren, dergestalt, daß diese Reactionen auch die Bedingung dessen sind, was man Anziehung und Abstoßung nennt. Den Elementen muß aber ohne Zweifel eine bestimmte Qualität zukommen, die jedoch nicht bei allen dieselbe zu sein braucht; qualitätslose Elemente sind wohl nichts anderes als wesenlose Wesen.

Der Gedanke einer Durchdringung einfacher Elemente bietet keine Schwierigkeit, obgleich es bei derselben gewiß nicht sein Bewenden haben darf, falls diese Elemente ein räumliches Ganze constituiren sollen. Ich suche nun in der nachstehenden Abhandlung darzuthun, wie die einfachen Elemente auf Grund einer oscillatorischen Bewegung im Stande sind, ein materielles Ganze zu bilden, worin sie selbst in bestimmten Abständen einander gegenüber stehen. Diese oscillatorische Bewegung resultirt aus den Kraftverhältnissen, die aus der ursprünglichen Durchdringung der Elemente hervorgehen, und steht in nächster Beziehung zu jenen undulatorischen Bewegungen des Aethers, durch welche gewisse Erscheinungen der sogenannten Imponderabilien, insbesondere des Lichts und der Wärme, bedingt werden. Die dargelegte Theorie ist eine *atomistische*, insofern sie zu letzten Elementen der Materie führt, die auch Atome genannt werden können, aber sie ist eben so sehr eine *dynamische*, insofern sie jeden Körper als ein System

von Kraftpunkten betrachtet; denn jedes Element, das mit anderen ein materielles Ganze bildet, wird auf Veranlassung dieser anderen zu einem Kraftpunkte, obschon es an und für sich keine Kraft hat, durch die es unmittelbar auf ein anderes in distans wirken könnte.

Der nicht selten erhobene Vorwurf, daß die Atomistik zu einer zerstückelnden Ansicht der Natur führe, findet hier keinen Platz. Die Körperwelt ist, wie gesagt, nichts weniger als ein bloßes Aggregat von Atomen; dagegen ist aber auch zu bedenken, daß ohne Anerkennung selbstständiger Elemente, die man Atome nennen darf, von einer durchgängigen Gliederung der Natur nicht die Rede sein kann. Die Weltkörper verrathen thatsächlich eine gewisse großartige Gliederung in besondere Systeme; die wohl aufgefaßte und gereinigte Atomistik zeigt aber, daß auch in den kleinsten Massentheilchen der anscheinend rohesten Materie noch eine feine Gliederung besteht.

Es gibt einen gewissen Dualismus, welcher Kraft und Stoff als völlig heterogene, selbstständige Dinge scharf von einander scheidet. Die Kraft soll das ursprünglich Active, der Stoff dagegen eine raumerfüllende, todte, ganz passive Masse sein, die von der Kraft in Bewegung gesetzt gewissen Wandelungen unterliegt. Dabei bleibt denn völlig unbestimmt, ob und inwiefern die Kraft einen Beitrag zur Existenz der Materie gibt, wie die Kraft auf die Materie wirkt, und wie die letztere von der ersteren eine Wirkung aufnimmt. Man kann zwar Stoff und Kraft, wie das in der Mechanik nicht selten geschieht, in abstracto von einander trennen und darauf mancherlei Betrachtungen stützen, die innerhalb gewisser Grenzen der Wirklichkeit entsprechen. Hält man aber jenen Dualismus in seiner ganzen Starrheit fest, so werden dadurch fast alle materiellen Erscheinungen in's tiefste Dunkel gehüllt, was sehr bald einleuchtet, wenn man auf Grund dieser Ansicht den ernstlichen Versuch macht, jene Erscheinungen im Detail zu erklären. Wir müssen vielmehr festhalten an dem Satze, daß Stoff und Kraft unzertrennlich mit einander verbunden sind, und zwar so, daß der Kraft außer dem Stoffe keine selbstständige Existenz zukommt. Dieser Satz, der schon von der empirischen Seite her mit einer gewissen Evidenz

auftritt, ist in jeder Beziehung unbedenklich, sobald es verstattet ist, die Materie als eine Combination absolut einfacher Elemente aufzufassen, die selbst, ganz und gar wie sie sind, unter gewissen Bedingungen als Kräfte wirken. Und dies vorausgesetzt bietet auch die Wechselwirkung zwischen Leib und Seele im Allgemeinen keine Schwierigkeit, falls man die Seele als ein streng einfaches Wesen ansieht, das, obschon qualitativ sehr verschieden von den einfachen Elementen, die zusammen den Leib constituiren, doch mit diesen gewissen gemeinsamen Gesetzen der Kraftäußerung unterliegt. Jener Dualismus setzt dagegen, wie im Gebiete des Materiellen zwischen Stoff und Kraft, so im Gebiete des Geistigen zwischen Leib und Seele eine undurchdringliche Scheidewand, die eine Wechselwirkung beider geradezu als unmöglich erscheinen läßt.

Obgleich nun die einfachen Elemente, in Rücksicht auf die Natur, das Reale sind, was bei allem Wechsel der Erscheinungen beharret, so können sie doch alle insgesammt wieder durch Ein Anderes bedingt sein, das als ihr Urheber natürlicher Weise von ihnen selbst streng zu unterscheiden ist. Bestehen nun die Elemente durch Gott, so ist es auch gewiß, daß die ganze Natur (Welt) durch Gott bedingt, eine That Gottes ist. Die Schöpfungsfrage als solche kann jedoch selbstverständlich nicht Gegenstand physikalischer Forschung sein.

Der Naturwissenschaft liegt zunächst nur an einer möglichst vollständigen Kenntniß der Erscheinungen und an der Auffindung von den Gesetzen derselben. Darum verfährt sie zunächst beobachtend, experimentirend, analysirend, dann inductiv schließend und mathematisch construirend. Sobald aber der formale gesetzliche Zusammenhang der Erscheinungen festgestellt ist, regt sich auch das tiefere Bedürfniß nach einer Deutung der Naturgesetze oder, was dasselbe ist, nach einer Erklärung der Erscheinungen aus ihren Bedingungen, wo denn das, was als Bedingung einer Erscheinung bereits bekannt ist, häufig wieder als ein Bedingtes erscheint. Bei dieser Ableitung der Naturerscheinungen aus ihren Bedingungen sieht sich die Wissenschaft nicht selten genöthigt, gewisse Hilfsbegriffe hypothetisch einzuführen, deren reale Giltigkeit

noch zu erweisen ist. Zu solchen Hilfsbegriffen gehört auch die Annahme von Atomen, als letzten Bestandtheilen der Materie, eine Annahme, die insofern hypothetisch ist, als die Atome kein Gegenstand unserer Wahrnehmung sind und werden können. Doch ist sie keineswegs eine willkürlich ersonnene, sondern eine auf Grund des Thatsächlichen eingeführte und gewissermaßen durch das letztere aufgenöthigte Hypothese, die sich überdies durch ihre Fruchtbarkeit empfiehlt. Gleichwohl können wir dem Begriffe des Atoms nur dann eine reale Bedeutung beilegen, wenn derselbe in sich widerspruchlos ist, was von dem Begriffe des materiellen Atoms nicht behauptet werden kann, sofern derselbe als ein Grenzbegriff zur Beleuchtung des Wesens der Materie benutzt werden soll. Die materiellen Atome der Chemie liegen jedoch außerhalb dieses Gesichtspunktes und können in gewissem Sinne auf volle wissenschaftliche Berechtigung Anspruch machen (vergl. §. 10 dieser Schrift).

Das Problem der Materie, obschon ein sehr schwieriges, läßt dennoch bis zu einem gewissen Grade die Hoffnung seiner Lösung zu. Diese Hoffnung beruht nun gerade darauf, daß es hier verstattet ist, sich auf einer breiten empirischen Basis zu bewegen, die auch zugleich wieder die Mittel zu einer Controle mit der theoretischen Ableitung darbietet. Die Materie, die man gewöhnlich als das Raumerfüllende bezeichnet, ist ein gegebener Gegenstand von gar mannichfacher Beschaffenheit, ein Gegenstand, der unserer Beobachtung und dem Experiment innerhalb gewisser Grenzen zugänglich ist, und schon auf diesem Wege mancherlei verräth, was auf sein Wesen hindeutet. Es besteht nun die Aufgabe, durch eine analytische Betrachtung des erfahrungsmäßig Gegebenen und mit Hilfe gewisser Denkoperationen, die ihren Grund mehr oder weniger im Thatsächlichen haben, bis zu denjenigen Principien vorzudringen, aus welchen sich die Materie mit ihren verschiedenen wahrnehmbaren Eigenschaften, in möglichster Uebereinstimmung mit dem, was physikalisch feststeht, ableiten läßt. Der Erfolg dieses Bestrebens ist dann nach einer bekannten Maxime der Naturforschung zu beurtheilen, nämlich nach der logischen Einstimmigkeit der

dargelegten Gründe unter einander und insbesondere nach der Uebereinstimmung der geleisteten Erklärungen mit dem, was als Gegenstand der letzteren thatsächlich vorliegt. In solchem Sinne ist hier der Versuch gemacht, das Problem der Materie zu lösen. Diese Untersuchung ist nun insofern eine physikalische, als sie von bekannten physikalischen Begriffen anhebt, sich auch in ihrem weiteren Verlaufe mehrfach auf dieselben stützt, und überdies an die bekannte physikalische Atomistik anlehnt, die sie bis zu ihren letzten Consequenzen fortzuführen sucht; ja sie ist überhaupt insofern eine physikalische, als sie großentheils in dem modernen physikalischen Gedankenkreise, soweit ihn die exacte Naturforschung festgestellt hat, wurzelt. Dieselbe ist in ihrer Art vollständig, obgleich sie keineswegs alle Folgerungen enthält, die aus den dargelegten Principien, namentlich in Rücksicht der organischen Materie, gezogen werden können. Zunächst kommt es wohl darauf an, das Problem der Materie nach ihren allgemeineren chemischen, physikalischen und mechanischen Bezügen, zwar mit voller Rücksicht auf das Detail der Erscheinungen, aber zugleich in übersichtlicher Kürze möglichst vollständig abzuhandeln.

Halle, im October 1856.

Der Verfasser.

---

dargelegten Gründe unter einander und insbesondere nach der Uebereinstimmung der geleisteten Erklärungen mit dem, was als Gegenstand der letzteren thatsächlich vorliegt. In solchem Sinne ist hier der Versuch gemacht, das Problem der Materie zu lösen. Diese Untersuchung ist nun insofern eine physikalische, als sie von bekannten physikalischen Begriffen ausgeht, sich auch in ihrem weiteren Verlaufe mehrfach auf dieselben stützt, und überdies an die bekannte physikalische Atomistik anlehnt, die sie bis zu ihren letzten Consequenzen fortzuführen sucht; ja sie ist überhaupt insofern eine physikalische, als sie großentheils in dem modernen physikalischen Gedankenkreise, soweit ihn die exacte Naturforschung festgestellt hat, wurzelt. Dieselbe ist in ihrer Art vollständig, obgleich sie keineswegs alle Folgerungen enthält, die aus den dargelegten Principien, namentlich in Rücksicht der organischen Materie, gezogen werden können. Zunächst kommt es wohl darauf an, das Problem der Materie nach ihren allgemeineren chemischen, physikalischen und mechanischen Bezügen, zwar mit voller Rücksicht auf das Detail der Erscheinungen, aber zugleich in übersichtlicher Kürze möglichst vollständig abzuhandeln.

Halle, im October 1856.

Der Verfasser.

Inhaltsanzeige.

Seite

§. 1.

Veränderungen der Materie, chemische und physikalische 1

§. 2.

Cohäsion. Elasticität. Undurchdringlichkeit. Kräfte der Anziehung und Abstoßung . . 3

§. 3.

Trägheit der Materie. Unterschied zwischen Activität und Passivität 5

§. 4.

Theilbarkeit der Materie, mechanische und chemische. Die letzten Bestandtheile der Materie sind absolut einfache Elemente (Atome) 7

§. 5.

Physikalische Atomistik 12

§. 6.

Vorläufige physikalische Ansicht über die Bildung der Materie aus einfachen Elementen 15

§. 7.

Qualitativer Gegensatz zwischen den einfachen Elementen. Dessen Folgen: Kraftverhältnisse der Elemente 19

§. 8.

Bewegungsverhältnisse, die zunächst aus den Kraftverhältnissen der einfachen Elemente hervorgehen 26

Seite

§. 9.

Einfache Elemente, die man unter dem Namen des Aethers zusammenfassen kann, sind um die einfachen Grundelemente der Materie sphärenartig gruppirt 28

§. 10.

Die einfachen Elemente constituiren kleinste Massentheilchen (Molecüle). Die Materie ist eine Combination solcher Massentheilchen 32

§. 11.

Weitere chemische Verhältnisse der Massentheilchen 36

§. 12.

Mechanische Verhältnisse, die beim Zusammentreffen starrer Massen entstehen 43

§. 13.

Aggregatzustände der Materie mit Beziehung auf die sogenannten Imponderabilien . 50

§. 14.

Scheinbare Wirkungen in die Ferne 53

§. 15.

Gravitation und Schwere, auf Grund der bereits dargelegten Principien 60

§. 16.

Kurzer Rückblick 63

§. 1.

Veränderungen der Materie, chemische und physikalische.

Es ist Thatsache, daß wir die Körperwelt zunächst auf dem Wege sinnlicher Wahrnehmung kennen lernen. Jeder Körper erscheint uns als eine Complexion sinnlicher Merkmale, die aus gewissen Wirkungen desselben auf unsere Sinnesorgane resultiren. Die Kenntniß dieser Merkmale, welche mancherlei qualitative und quantitative Unterschiede verrathen, erweitert sich durch vergleichende Beobachtungen und Versuche, und in demselben Maße erweitert und verfeinert sich auch unsere Kenntniß der verschiedenen Naturkörper, von denen jeder durch eine bestimmte Gruppe von Merkmalen charakterisirt ist, die ihn leicht von anderen unterscheiden läßt.

Wenn aus einer solchen Gruppe einzelne Merkmale verschwinden und statt deren andere in derselben auftreten, so erfährt der betreffende Körper eine Veränderung. Diese Veränderung eines Körpers kommt nun meist, wie Beobachtungen und Versuche mit Bestimmtheit lehren, davon her; daß derselbe mit einem oder mit mehreren anderen Körpern auf gewisse Weise zusammentrifft. Die Chemie bezeugt durch unzählige Thatsachen, daß, wenn ein Körper oder Stoff eines seiner Merkmale mit einem neuen vertauscht, dies die Folge seines Zusammentreffens mit einem anderen Stoffe ist, oder die Folge davon, daß der Körper aus seiner bisherigen Gemeinschaft mit gewissen Stoffen heraus- und in eine neue Gemeinschaft mit anderen Stoffen eintritt. So können zwei (oder auch mehrere) Stoffe, die entgegengesetzte Eigen-

schaften zeigen, wie z. B. Sauer- und Wasserstoff, wenn sie unter den gehörigen Umständen zusammentreffen, einen neuen Körper bilden, dessen Eigenschaften sehr merklich verschieden von denen der Bestandtheile sind. Dies zeigt mit Evidenz jede chemische Verbindung, die überhaupt eine Vereinigung ungleichartiger Stoffe zu einem gleichartigen Ganzen ist. Die Veränderung, welche hier der eine Stoff erfährt, hat ihre Ursache in dem Zusammensein mit dem anderen, und so umgekehrt.

In dem Augenblicke nun, wo diese Veränderung stattfindet, oder eine bestimmte Gemeinschaft der verschiedenartigen Stoffe sich herstellt, geht zwischen den letzteren etwas vor, das sich durch gewisse, meist vorübergehende Erscheinungen, wie Wärme und wohl auch Licht, bemerklich macht. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß zwischen den Bestandtheilen dieser Stoffe auch dann noch etwas vorgeht, nachdem die Verbindung derselben zu einem neuen Ganzen bereits geschehen ist. Und dieser Vorgang, der dasselbe sein wird mit dem, was man durch das Wort „Wechselwirkung" bezeichnet, ist es, wodurch die Gemeinschaft der Stoffe untereinander und die Existenz des aus ihnen bestehenden Körpers so lange erhalten wird, bis sich neue chemische Einwirkungen von Außen in überwiegender Stärke geltend machen. Die Erfahrung lehrt aber, daß die ungleichartigen Stoffe während ihrer Gemeinschaft miteinander ihre eigenthümliche Qualität keineswegs einbüßen, sondern daß sie vielmehr mit allen ihren früheren Eigenschaften wieder unversehrt daraus hervorgehen. Doch ist es allerdings möglich, daß ein Stoff durch seine Verbindung mit anderen in gewisse innere Zustände geräth und dadurch, ohne wesentliche Veränderung seiner ursprünglichen Qualität, Eigenschaften gewinnt, die ihm vorher nicht zukamen. Es gehören hierher diejenigen Modificationen der chemischen Grundstoffe, welche man unter dem Ausdrucke Allotropie (von ἄλλος: anders, und τροπή: Wendung) zusammenfaßt.

Die chemischen Vorgänge oder Processe sind also, wenn man sie lediglich von ihrer empirischen Seite auffaßt, dadurch ausgezeichnet, daß die Gruppen sinnlicher Merkmale, welche bestimmte Kör-

per oder Stoffe charakterisiren, einen Wechsel darbieten, der seine Ursache in der Verbindung und Trennung dieser Stoffe hat. Von denselben zu unterscheiden sind die mechanischen und zum großen Theil auch die physikalischen Vorgänge, bei denen außer der Veränderung der Form, die häufig nur eine vorübergehende ist, keine andere, namentlich keine sogenannte qualitative Veränderung des Körpers vorkommt. Keines der sinnlichen Merkmale, durch welche zusammengenommen wir sonst den Körper erkennen, geht hier verloren. Die Erscheinung, welche wir wahrnehmen, resultirt meist aus gewissen Bewegungszuständen, in welche entweder der ganze Körper oder auch nur die einzelnen Theilchen desselben gerathen, so daß in diesem letzteren Falle der Körper selbst keine merkliche Ortsveränderung erfährt. So werden die Erscheinungen des Schalles durch eine schwingende Bewegung bewirkt, welche die materiellen Theilchen um ihre Gleichgewichtslage vollführen. Solche Erscheinungen dauern so lange als die sie bedingende Bewegung der Theilchen; sie beginnen und verschwinden mit derselben. Auch die Erscheinungen des Lichtes und der Wärme, sowie die der Elektricität und des Magnetismus, welche man noch zu den physikalischen Vorgängen rechnet, lassen in der Mehrzahl der Fälle die chemische Qualität der Körper, an denen sie hervortreten, unverändert.

§. 2.

Cohäsion. Elasticität. Undurchdringlichkeit. Kräfte der Anziehung und Abstoßung.

Von welcher Art aber auch die Veränderung sein mag, welche ein Körper erfährt, immer erscheint er uns als ein Ding, welches den Raum erfüllt und in ihm ausgedehnt ist. Das den Raum Füllende und insofern in ihm Ausgedehnte nennt man überhaupt Materie; die letztere aber als bloße träge Masse gedacht, die nur durch etwas anderes, außer ihr Befindliche zu irgend einer Thätigkeit soll erregt werden können, wird Stoff genannt. Die Materie ist jedoch mehr als bloßer träger Stoff. Denn jedes materielle Theilchen, das man in einem und demselben Körper unterscheiden kann, sucht die Raum-

Stelle, die es im Verhältniß zu den übrigen Theilchen einnimmt, zu behaupten. Wird es durch irgend eine Ursache aus seiner Gleichgewichtslage verrückt, so verhalten sich dabei die übrigen Theilchen nicht gleichgiltig, sondern es erfahren auch diese eine mehr oder weniger beträchtliche Ortsveränderung. Zwischen den verschiedenen Theilchen eines und desselben Körpers besteht also ein gewisser Zusammenhang, vermöge dessen sie ihre gegenseitigen räumlichen Stellungsverhältnisse aufrecht zu erhalten suchen. Und dies ist dasjenige, was man die Cohäsion eines Körpers nennt, womit man eben sagen will, daß die gleichartigen Theilchen eines und desselben Körpers nicht gleichgiltig neben einander liegen, sondern daß sie vielmehr einen wechselseitigen Einfluß auf einander ausüben.

Diesen Einfluß, welcher die Theilchen nöthigt, in einer bestimmten gegenseitigen Lage zu verharren, erkennt man deutlich an dem Widerstande, den ein starrer Körper dann leistet, wenn man ihn durch Ziehen zu zerreißen sucht. Der Körper erfährt dann in der Richtung des Zuges eine Verlängerung, seine Theilchen rücken weiter auseinander, bis an irgend einer Stelle die wirkliche Trennung erfolgt. Ueberschreitet aber die ziehende Gewalt eine gewisse Grenze nicht, so kehren die Theilchen, nach Wegfall dieser äußeren Gewalt, wieder in ihre frühere Gleichgewichtslage zurück. Wird dagegen ein Körper einem äußeren Druck unterworfen, so rücken die Theilchen in der Richtung des letzteren einander näher; der Körper verkürzt sich. Aber auch dies geschieht nur mit Ueberwindung eines bestimmten Widerstandes von Seiten der Körpertheilchen, welche sich wieder so weit von einander zu entfernen streben, als zur Rückkehr in ihre normale Position nöthig ist. Die Theilchen der starren Materie haben also sowohl bei der Ausdehnung als auch bei der Zusammendrückung derselben das Bestreben, in ihre gewöhnliche Gleichgewichtslage mit einer gewissen Gewalt zurückzukehren; und hierin besteht das, was man die Elasticität der Materie nennt, während man unter Cohäsion nur im Allgemeinen die Kraft versteht, womit die Theilchen eines und desselben Körpers zusammenhängen. Die Undurchdringlichkeit der Materie steht aber

hiermit in nächster Beziehung und ist im Grunde nur ein besonderer Ausdruck für die oben hervorgehobene Thatsache, daß jedes Theilchen eines Körpers die Raumstelle, die es im Verhältnisse zu den übrigen Theilchen desselben einnimmt, zu behaupten sucht.

Wenn demnach die Materie ausgedehnt wird, so werden ihre Theilchen, während sie widerstreben, über die gewöhnliche Gleichgewichtslage hinaus von einander entfernt; sie suchen sich der letzteren wieder zu nähern, und dies scheint die Folge einer wechselseitigen Anziehung zu sein. Bei der Compression werden umgekehrt die Theilchen der Materie über ihre Gleichgewichtslage hinaus einander genähert; sie streben wieder auseinander, und dies scheint die Folge einer gegenseitigen Abstoßung zu sein. So können Anziehung und Abstoßung leicht als Grundkräfte der Materie erscheinen, welche bei der Constitution der verschiedenen Körper in ein gewisses Gleichgewichtsverhältniß treten, das aber in Folge äußerer Einwirkungen bald zu Gunsten der einen, bald zu Gunsten der anderen Kraft abgeändert werden kann, so daß z. B. bei dem gasförmigen Aggregatzustande eines Körpers lediglich die abstoßende Kraft vorwaltet. Der Begriff der Materie erscheint hiernach als zusammengesetzt aus den Begriffen von Stoff und Kraft, so jedoch, daß die letzteren nur in der Abstraction von einander getrennt werden können. In dem erfahrungsmäßig, auf Grund bestimmter Thatsachen erzeugten Begriff der Materie sind beide unzertrennlich mit einander verbunden, so daß der eine ohne den anderen gar nicht gedacht werden kann. Gerade durch ihre Kraftäußerungen lernen wir die Materie, als das Wirksame im Raume, näher kennen; ihre sinnlichen Eigenschaften sind ebenso viele Kraftäußerungen, und auch die Gesichtsvorstellung, welche uns die Materie gewährt, beruht zunächst auf einer, allerdings mittelbaren, Wechselwirkung derselben mit unserem Sehorgane.

§. 3.

Trägheit der Materie. Unterschied zwischen Activität und Passivität.

Unter dem Worte Trägheit versteht man in der Mechanik die Thatsache, daß ein Körper nicht von selbst aus dem Zustande der

Ruhe in den der Bewegung, und nicht von selbst aus Bewegung zur Ruhe übergehen kann. Wenn aber ein Körper aus dem einen Zustande in den anderen übergeht, so verhält sich derselbe dabei keineswegs ganz passiv, sondern er übt dabei eine bestimmte Wirksamkeit aus. Trifft z. B. ein bewegter Körper mit einem ruhenden zusammen, so überträgt sich die Geschwindigkeit des ersteren auf den letzteren, welcher eine Geschwindigkeit annimmt, die im umgekehrten Verhältnisse zu seiner Masse steht. Beide Körper machen sich im Moment ihres Zusammentreffens den Raum streitig, indem zunächst der bewegte in den Raum des ruhenden einzudringen sucht; dieser wirkt aber mit einer gewissen Kraft zurück, bis beide, je nach dem Grade ihrer Elasticität, entweder eine gemeinschaftliche Geschwindigkeit erlangt haben oder sonstwie neue Bewegungsverhältnisse eingegangen sind. Niemals verhält sich ein Körper, der eine bestimmte Veränderung erfährt, sei diese welche sie wolle, lediglich leidend. Der Unterschied zwischen Activität und Passivität ist hier völlig illusorisch, und kann nur eine gewisse relative Bedeutung haben. Man kann einen Körper, auf den man gerade die Aufmerksamkeit richtet, als leidend betrachten, wenn er durch das Zusammenkommen mit einem anderen eine Veränderung erfährt, und zwar um dessentwillen als leidend, weil er sich diese Veränderung muß gefallen lassen. Der andere Körper, dem man die Ursache dieser Veränderung mit Recht zuschreibt, erscheint dann als thätig, obwohl er gleichfalls der Einwirkung jenes Körpers ausgesetzt und insofern leidend ist. Kurz, beide Körper sind activ und passiv zugleich. Und dies gilt allgemein, da man es bei allen mechanischen, physikalischen und namentlich auch bei allen chemischen Processen deutlich genug wahrnehmen kann. So erleidet z. B. der Wasserstoff eine bestimmte Veränderung, wenn er auf gewisse Weise mit dem Sauerstoff zusammentrifft, aber eben so sehr erscheint auch dieser durch jenen verändert; beide bilden in ihrem Zusammensein und der dadurch begründeten Wechselwirkung einen neuen Körper, das Wasser, dessen Eigenschaften, verschieden von denen der beiden Bestandtheile, sowohl durch die Thätigkeit des Sauerstoffs als auch durch die des Wasserstoffs bedingt sind.

§. 4.

Theilbarkeit der Materie, mechanische und chemische. Die letzten Bestandtheile der Materie sind absolut einfache Elemente (Atome).

Die Materie ist theilbar, und es fehlt nicht an Beispielen, welche zeigen, daß die Theilbarkeit der Materie weit über die Grenzen sinnlicher Wahrnehmung hinausgeht. Nimmt man nun an, wie dies von der sogenannten dynamischen Ansicht geschieht, daß die Materie den Raum streng continuirlich erfüllt, so birgt jeder endliche Körper eine unendliche Fülle von Theilen in sich. Die Theilbarkeit hat dann keine Grenzen, bei dem physischen Körper so wenig als bei dem geometrischen, der als ein begrenzter Theil des continuirlichen Raumes gedacht wird. Wiewohl nun der Augenschein leicht zu der Meinung verleiten kann, daß die Materie den Raum continuirlich erfülle, so lehrt doch schon die genauere Beobachtung und das Experiment, daß dies nicht streng genommen werden dürfe, da jede Art von Materie in ihrem Innern eine Menge von Zwischenräumen verräth. Ueberträgt man aber die geometrische Theilbarkeit, die sich auf ein vollkommenes Continuum bezieht, im strengen Sinne auf die Materie, auf das, was im Raume ist und diesen füllt, so beginnen wir, indem wir Materie denken, eine Theilung, die ins Unendliche fortgesetzt werden muß, weil jeder Theil noch als ein Ausgedehntes soll gedacht werden. Unsere Vorstellung von der Materie ist dann, wie H e r b a r t bemerkt, jederzeit noch im Werden begriffen und wird niemals fertig, weil alle unendlich vielen Theile zusammengefaßt werden müssen, um das Ganze zu erhalten. Das unabhängige Dasein aller materiellen Theilchen erreichen wir im Denken niemals, so lange wir die Theilchen erst durch eine ideelle Theilung aus dem Ganzen (der Materie) hervorgehen lassen. Wir erreichen demnach auch niemals das, was an der Materie wahrhaft *ist*, denn wir kommen nie zu *allen*, nie zu den *letzten* Theilchen, eben weil die Theilung ohne Ende fortgesetzt oder die Unendlichkeit derselben übersprungen werden müßte. Der Gedanke der unendlichen Theilbarkeit der Materie ist ungereimt. Denn eine Unendlich-

keit von Theilen annehmen heißt so viel als nichts annehmen. Die Unendlichkeit läßt sich nicht erschöpfen.

Man denke sich ein beliebiges Stück Materie und führe durch dasselbe einen bestimmten Schnitt; so liegt die Möglichkeit am Tage, daß man diesen nämlichen Schnitt auf unendlich vielfache Weise anders hindurchführen kann. Hiermit ist wirklich die ganze unendliche Theilung auf einmal vollzogen, und man hat die letzten Theilchen wenigstens im Denken erreicht. Aber was sind nun diese Theile? Jeder Theil muß, wie bei einer geometrischen Theilung, gleichartig sein dem als gleichartig gedachten Ganzen. Dieses letztere wurde aber nur insofern gleichartig gedacht, als dasselbe Materie darstellt, auf deren besondere Qualität hier nichts ankommt. Also ist jeder Theil wieder Materie und kann, weil er ausgedehnt ist, auch wieder getheilt werden. Hierdurch wird nun die vorige Voraussetzung der schon fertigen unendlichen Theilung umgestoßen. Man beginnt auf dieselbe Weise von Neuem zu theilen, und geräth damit in einen Zirkel, der keinen Ruhepunkt darbietet. Diese Betrachtung bietet hinreichende Veranlassung, jene falsche Anwendung der Geometrie auf die Materie zurückzuweisen und den Schluß zu ziehen: daß die Materie zuletzt nicht wieder aus Materie besteht, sondern daß ihre wahren Bestandtheile schlechthin einfach sind.

Diesen Schluß würde man vielleicht schon längst in weiteren Kreisen gezogen haben, wenn nicht die Schwierigkeit, aus solchen unräumlichen Elementen die raumerfüllende Materie zu construiren, daran gehindert hätte. Die Schwierigkeit wird aber nur scheinbar durch eine willkürliche Fiction gehoben, wenn man sich alle Körper aus kleinsten materiellen Theilchen zusammengesetzt denkt, die physisch untheilbar sein sollen, und deshalb Atome genannt werden. Diese Atome, so klein sie auch angenommen werden mögen, haben doch immer Ausdehnung, und wo Ausdehnung ist, da gibt es auch Theile, gleichviel ob sie sich gesondert darstellen lassen oder nicht. Man sieht, daß der obige Zirkel sich auch hier wieder einstellt, und daß man nur dadurch aus demselben herauskommt, wenn man die letzten Elemente

der Materie als einfach im strengsten Sinne annimmt. Diese Elemente wären dann die eigentlichen Atome, und es würde nun allerdings eine Aufgabe der höheren Physik sein, nachzuweisen, wie aus solchen Elementen die mit Raumbestimmungen behaftete Materie sich habe bilden können. Davon soll weiterhin noch die Rede sein.

Neben der mechanischen gibt es eine chemische Theilbarkeit der Materie, welche dann zu Tage tritt, wenn ein Körper, der als ein gleichartiges Ganze erscheint, in ungleichartige Bestandtheile zerfällt. So kann man z. B. Zinnober in Schwefel und Quecksilber, Wasser in Sauer- und Wasserstoff, die Alkalien und Erden in Sauerstoff und gewisse metallische Stoffe zerlegen. Die Chemie nennt nun solche Stoffe, welche auf chemischem Wege nicht weiter zerlegt werden können, Grundstoffe oder wohl auch Elemente, behauptet jedoch keineswegs, daß diese Stoffe nicht weiter zusammengesetzt seien; denn die Möglichkeit einer Zusammengesetztheit derselben läßt sich nicht in Abrede stellen. Es ist also möglich, daß ein bestimmter Stoff, der Bestandtheil eines zusammengesetzten Körpers ist, abermals aus zwei ungleichartigen Stoffen bestehe. Wollten wir aber so ohne Ende fortfahren, und immer von Neuem annehmen, daß ein jeder der Bestandtheile, aus welchen ein Körper zusammengesetzt ist, abermals aus zwei ungleichartigen Stoffen bestehe, so würde die Ungereimtheit einer solchen Vorstellungsweise sofort in die Augen springen. Zu einer wirklichen Grenzvorstellung gelangt man aber auch hier nur durch die Annahme, daß die letzten, wahren Bestandtheile der Materie schlechthin einfach sind.

Die chemische Theilbarkeit der Materie setzt indessen der mechanischen eine gewisse Grenze. Zwei ungleichartige Stoffe können sich, wie wir wissen, zu einem gleichartigen Ganzen vereinigen, wie z. B. Schwefel und Quecksilber zu Zinnober, Wasser- und Sauerstoff zu Wasser, Salpetersäure und Kali zu Salpeter rc. Nun ist die mechanische Theilbarkeit eines so zusammengesetzten Körpers, welche bekanntlich Theilchen liefert, die dem Ganzen gleichartig erscheinen, beendigt, sobald man den gegebenen Körper in seine ungleichartigen Be-

standtheile zerlegt hat. Es bleibt dann nichts anderes übrig, als die unendliche mechanische Theilbarkeit auf diese Bestandtheile zu übertragen. So oft aber die letzteren noch in einfachere Bestandtheile zerlegt werden können, eben so oft findet die mechanische Theilbarkeit des betreffenden Stoffes (in gleichartige Theilchen) ihre Grenze.

Der Gedanke einer unendlich mechanischen Theilbarkeit der Materie wird übrigens auch schon durch die Thatsache zurückgewiesen, daß die chemische Verbindung ungleichartiger Stoffe nach bestimmten quantitativen Verhältnissen von Statten geht. Dies ist nicht einzusehen, wenn die Materie den Raum continuirlich erfüllt, so daß sie demgemäß, nämlich in Folge der unendlichen Theilbarkeit, eine beliebige Verdichtung und Verdünnung zuläßt. Warum sollte dann nicht ein Stoff mit irgend einem anderen in allen Quantitätsverhältnissen in Wechselwirkung treten, und sich mit ihm zu einem neuen Körper verbinden können?

Die dynamische Ansicht, insofern sie eine continuirliche Raumerfüllung durch die Materie annimmt, bringt es nicht einmal bis zur evidenten Erklärung des Risses, welcher entsteht, wenn ein Körper durch äußere Zugkräfte zerrissen wird. Nach ihr kann man nichts anderes erwarten, als daß sich der Körper immer länger dehnt. Dabei nimmt zwar seine Dichtigkeit fortwährend ab, aber seine Continuität wird und muß bleiben, wenn nicht der Begriff der Materie, wie ihn diese Ansicht aufstellt, in sich selber zerfallen soll. Auch bei einem unendlichen Wachsthum der dehnenden Kraft sollte nach ihr nur eine unendliche Abnahme der Dichtigkeit des Körpers, aber kein Reißen desselben stattfinden*). Aehnliche Schwierigkeiten machen sich geltend, wenn man nach dieser Ansicht die Zertheilung eines Körpers durch einen äußeren Druck erklären will.

Die Annahme absolut einfacher Atome, die wir als die letzten, realen Elemente der Materie betrachten, ist an sich frei von jedem Widerspruche. Diese Elemente sind zwar, da sie unserer Anschauung

---

*) Vergleiche Fechner: Ueber physikal. und philos. Atomenlehre. S. 54.

nicht vorliegen, empirisch unerfaßlich und insofern nur Gegenstand des Begriffs; aber ihre Annahme stützt sich doch ganz auf eine analytische Betrachtung des erfahrungsmäßig Gegebenen und auf den Fortschritt eines gesetzmäßigen Denkens. Obgleich dieselben, als ausdehnungslose Wesen, keinen Raum einnehmen, so befinden sie sich doch im Raume, der sie gewissermaßen in sich enthält. Wie nun jedem mathematischen Punkte, den man in einem gegebenen Raum unterscheiden kann, ungeachtet seiner Ausdehnungslosigkeit, doch eine bestimmte Stelle in diesem Raume zukommt, so haben auch die einfachen Atome ihre Raumstellen (Orte), die sie unter Umständen aber auch verlassen können, um zu anderen Stellen überzugehen. Diese Atome unterscheiden sich von den wesenlosen mathematischen Punkten, denen sie in Hinsicht auf ihre räumlichen Verhältnisse vergleichbar erscheinen, durch ihre Qualität, durch welche sie positiv bestimmt sind.

Im gewöhnlichen sinnlichen Vorstellen erscheint uns Alles in räumlicher Weise. Das am meisten Massenhafte macht sich nicht selten am stärksten geltend, und das kleiner Werdende erscheint dem Bewußtsein als ein Verschwindendes. So kann eine Scheu entstehen vor der Annahme absolut einfacher Atome, die uns keine anschauliche Vorstellung gewähren, und dem im sinnlichen Vorstellen Befangenen leicht als ein Nichts erscheinen. Wir können uns dieselben aber denken, so gut als wir uns mathematische Punkte im Raume denken; ja wir müssen uns sogar dieselben denken, wenn wir aus gewissen Ungereimtheiten, die dem gewöhnlichen Begriffe der Materie anhaften, herauskommen wollen. Es wird Niemandem einfallen, die Realität eines Körpers nach der Größe des Raumes zu schätzen, den er einnimmt. Niemand wird anstehen, einen Körper, der den zehntausendmillionsten Theil eines Cubikzolls einnimmt, für eben so real zu halten, als einen anderen, welcher einen zehntausendmillionen Mal größeren Raum füllt. Der Begriff der Realität, der Begriff dessen, was wahrhaft *ist*, ist völlig unabhängig vom Begriff der wesenlosen Räumlichkeit, so daß dieser zu jenem in gar keiner nothwendigen Beziehung steht. Die kleinsten *Massentheilchen* irgend eines Körpers müssen allerdings noch

Etwas von der Natur des größeren Ganzen an sich haben, sie müssen auch noch etwas Körperhaftes sein, aber mit den Elementen dieser Massentheilchen kann es sich anders verhalten. Lassen wir bei den letzten Bestandtheilen der Materie die Räumlichkeit ganz fallen, so werden sie darum nicht der Realität entbehren. Im Gegentheil: der Begriff der letzteren erfordert wesentlich das Merkmal der Einfachheit.

Jedes wahre Element der Materie muß ein völlig intensives Eins sein; denn jede Vielheit von Theilen, die man in ihm unterscheiden kann, hebt den Begriff desselben auf. Durch die Setzung materieller Elemente (Atome) ist aber das Problem der Materie so wenig gelöst, daß dieses erst durch dieselbe recht fühlbar wird, sobald man nämlich die Frage erwägt, wie denn die Theilchen eines und desselben materiellen Atoms miteinander verknüpft sind.

Die einfachen Atome, die realen Elemente der Materie, können nun, obgleich jedes Element an sich ganz unräumlich ist, dennoch untereinander in gewisse räumliche Verhältnisse treten, und dadurch auch dasjenige bilden, was man Materie nennt. Wie dies geschehen kann, soll bald Gegenstand einer genaueren Betrachtung werden. Doch wollen wir zuvor noch an einiges Bekannte erinnern.

§. 5.

Physikalische Atomistik.

Nach der gewöhnlichen physikalischen Atomistik denkt man sich die Körper aus untheilbaren Elementen, d. h. Atomen zusammengesetzt, die anziehend und abstoßend auf einander wirken sollen, über deren Gestalt und Ausdehnung aber keine bestimmte Ansicht vorliegt. Solche Atome gruppiren sich nach bestimmten quantitativen Verhältnissen zu zusammengesetzten Atomen oder zu sogenannten Molecülen, welche wieder zu einem größeren materiellen Ganzen zusammentreten können. Der Abstand der einzelnen Atome wird aber größer gedacht als ihre Ausdehnung, falls man ihnen eine solche zugesteht, und die zusammengesetzten Atome oder Molecüle sollen in noch größeren Distanzen

als die einzelnen Atome von einander abstehen. Die Atomgruppe, welche man eben Molecül oder kleinstes Massentheilchen oder wohl auch ein Atom höherer Ordnung nennt, hat, je nach der Stellung der einzelnen Atome in derselben, eine bestimmte Gestalt, durch welche natürlicher Weise auch die Gestaltung des größeren Ganzen bedingt ist.

Wenn nun ungleichartige Stoffe unter den gehörigen Umständen zusammen kommen, so entsteht aus ihnen ein neuer Körper, indem die Atome dieser Stoffe sich auf bestimmte Weise zu zusammengesetzten Atomen (Molecülen) verbinden, die dann untereinander den neuen Körper zusammensetzen. So bildet z. B. ein Atom Wasserstoff mit einem Atom Sauerstoff ein Atom oder kleinstes Massentheilchen Wasser; und viele solcher Massentheilchen bilden zusammen eine größere Wassermenge. In ähnlicher Weise entsteht aus einem Atome Schwefel und 3 Atomen Sauerstoff ein Atom (oder kleinstes Massentheilchen) Schwefelsäure, die mit einem Atom Wasser verbunden die sogenannte englische Schwefelsäure gibt; und aus einem Atom Sauerstoff mit einem Atom eines metallischen Stoffes, Kalium, entsteht ein Atom (Massentheilchen) Kaliumoxyd oder Kali. Beide, die Schwefelsäure (SO^3) und das Kali (KO), können sich wieder zu einem neuen Körper, zu einem Salze verbinden, das man schwefelsaures Kali nennt, indem sich je ein Atom Schwefelsäure mit je einem Atom Kali zu einem Massentheilchen gruppirt, deren viele zusammen ein größeres Quantum dieses Salzes bilden. Jede chemische Verbindung, die einen bestimmten Körper darstellt, und deren Gewicht stets gleich ist der Summe der Gewichte der einzelnen Bestandtheile, erscheint sonach als eine Gruppe mehr oder weniger zusammengesetzter Atome oder Massentheilchen, deren letzte Glieder jene nicht weiter theilbaren Atome sind. Diese dachte man sich in älterer Zeit alle als qualitativ gleichartig und erklärte sich die Verschiedenheit der Naturkörper aus der verschiedenen Größe, Gestalt und Aneinanderfügung derselben; in neuerer Zeit hat man jedoch die verschiedene chemische Beschaffenheit der Körper auch meist auf deren Atome übertragen und denkt sich nur gewisse physikalische Eigenschaften, wie Farbe, Dichtigkeit, Elasticität, Krystallform,

die verschiedenen Aggregatzustände als eine Folge der verschiedenen Gruppirung der Atome, denen man eine kugelförmige Gestalt beizulegen geneigt ist.

Die Theilbarkeit der Körper, welche nicht ins Unendliche gehen und daher auch keine streng continuirliche Raumerfüllung durch die Materie zulassen kann, und eine Menge bekannter Erscheinungen, welche die Materie in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften darbietet, fordern diese atomistische Vorstellungsweise. Schon die Natur eines jeden Krystalls weist ja auf eine atomistische Constitution hin. Diese Atomenlehre gewährt zwar noch keine tiefere Einsicht in das eigentliche Wesen der Materie, aber sie ist einer beträchtlichen Erweiterung und Verfeinerung fähig, und kann vielleicht zu einem selbst die höheren naturwissenschaftlichen Bedürfnisse befriedigenden Abschlusse gelangen, wenn sie die Atome als schlechthin einfache Elemente auffaßt. Ihre weitere erfolgreiche Ausbildung hängt dann von der Beantwortung der Frage ab, wie diese einfachen Atome, ohne daß sie unmittelbar (durch den leeren Raum) aufeinander wirken, doch unter sich Kraftverhältnisse entfalten, welche aus denselben ein räumliches Ganze mit solchen Eigenschaften entstehen lassen, wie sie die erfahrungsmäßig gegebene Materie darbietet.

Die Erscheinungen des Lichts und der Wärme treten, obschon sich dieselben weit über den Umfang der Körper hinaus in den umgebenden Raum erstrecken, doch immer an der wägbaren Materie hervor, so daß sie jedenfalls durch die Thätigkeit der letzteren, wenigstens theilweise, bedingt sind. Aehnliches gilt von den Erscheinungen der Elektricität. Anderseits deuten aber diese Erscheinungen wieder auf etwas von der Materie Unabhängiges und Selbstständiges, als auf ihr Ursachliches hin. Wenn Licht und Wärme von einem Körper ausgehen und auf einen anderen treffen, so werden in diesem, allerdings je nach dessen Natur, Erscheinungen bewirkt, die man nicht ohne Weiteres auf eine bloße, durch jenen Körper veranlaßte, Selbstthätigkeit desselben zurückführen kann.

Wenn wir beobachten, daß die Körper durch die Wärme ausge-

dehnt werden, ja daß sie sogar ihre bisherige Aggregatform verlieren und eine davon verschiedene erhalten, so müssen wir wohl annehmen, daß etwas von den Massentheilchen der Körper Verschiedenes und Selbstständiges in den Zusammenhang derselben eingreift und mit ihnen in Wechselwirkung tritt. Die physikalische Atomistik hat nun auch schon längst außer denjenigen Atomen, welche als Grundbestandtheile der wägbaren Materie betrachtet werden müssen, noch andere Atome angenommen, die sie unter dem Namen des Aethers zusammenfaßt. Die Atome des Aethers sollen sich gegenseitig abstoßen, während zwischen jedem Atome der wägbaren Materie und Aetheratome Anziehung stattfindet. So ist um jedes Atom der Materie eine Aethersphäre gruppirt, deren Elemente mancherlei Einwirkungen von Seiten der Körperatome erfahren können, wenn diese durch irgend eine Ursache aus ihrer Gleichgewichtslage verrückt werden. Dadurch können die Atome der Aethersphären und weiterhin auch die Aetheratome im umgebenden Raume in gewisse Bewegungszustände versetzt werden, die sich von Atom zu Atom auf benachbarte Körper fortpflanzen und in diesen entsprechende Veränderungen hervorbringen. Die Fortpflanzung der strahlenden Wärme und deren Wirkung bietet hierzu ein bekanntes Beispiel.

§. 6.

Vorläufige physikalische Ansicht über die Bildung der Materie aus einfachen Elementen.

Man sieht es als eine Wahrheit an, daß einfache Punkte den continuirlichen Raum nicht zusammensetzen können, obwohl man sich beliebig viele solcher Punkte in demselben denken kann. Eben so wenig nun, wie einfache Punkte den continuirlichen Raum bilden, wird man sagen, werden einfache Atome einen Raum erfüllenden Körper constituiren. Und dies könnte man zugeben, wenn die Materie den Raum wirklich im strengsten Sinne continuirlich erfüllte. Dieser Begriff der Materie ist aber bereits als ein der Wirklichkeit nicht entsprechender

zurückgewiesen worden. Die Materie erfüllt zwar den Raum, aber sie erfüllt ihn nicht als ein Continuum, das in's Unendliche theilbar ist.

Man denke sich in einem leeren Raume von bestimmter Größe, etwa in einem Cubikzoll, eine beliebige Anzahl einfacher Punkte, und in diesem eben so viele einfache Atome. So lange nun die letzteren in gewissen, auch noch so kleinen Abständen gleichgiltig neben einander verharren, werden sie zusammengenommen nichts darbieten, was einem Körper verglichen werden könnte. Wie aber die sichtbaren Theilchen eines Körpers einen wechselseitigen Einfluß auf einander ausüben, so muß dies auch von den einfachen Atomen gelten. Dieselben müssen in einem Causalverhältniß oder in einem Verhältniß der Wechselwirkung zu einander stehen. Jedes Atom wirke also auf das andere und sei rückwärts dessen Wirkung ausgesetzt. Wirken die Atome anziehend und abstoßend zugleich auf einander, so werden sie sich, diesem gegenseitigen Einfluß gemäß, in bestimmten Abständen von einander zu erhalten suchen, und jeder Angriff, den ein Atom irgendwie von außen her erfährt, wird auch von Erfolg für die übrigen sein, so daß, wenn das angegriffene Atom in Bewegung geräth, auch die übrigen Atome in dieselbe mit hineingezogen werden.

So bilden die einfachen Atome, in Folge ihrer Wechselwirkung, ein Ganzes, das bestimmte räumliche Verhältnisse darbietet, weil die einzelnen wirksamen Glieder desselben in gewissen Abständen einander gegenüberstehen. Jedes Atom strebt, gestützt durch den Einfluß der übrigen, in dem Punkte zu verharren, worin es sich befindet, und kann aus demselben nur durch Ueberwindung eines bestimmten Widerstandes verdrängt werden. Wenn demnach eine andere Gruppe von einfachen Atomen, die ebenfalls, vermöge ihrer gegenseitigen Einwirkung, zu einem Ganzen mit einander verbunden sind, in jene Atomgruppe einzudringen sucht, so werden beide Gruppen einander widerstehen und insofern Undurchdringlichkeit verrathen. Suchen wir aber selbst vermittelst unseres Tastorgans in den Raum einzudringen, worin einfache Atome in bestimmten Punkten auf die ange-

gebene Weise sich befinden, so werden wir die Einwirkung und demzufolge auch den Widerstand dieser Atome überall, am ganzen Umfange des betreffenden Raumes erfahren. Daher wird uns das Ganze, welches die einfachen Atome, kraft ihrer Wechselwirkung darstellen, als ein Etwas erscheinen, das den Raum continuirlich erfüllt.

Wollten wir an die Stelle der einfachen Elemente materielle Atome von unmeßbar kleinen Dimensionen setzen, wie das gewöhnlich in der Physik geschieht, so würde dadurch unsere Einsicht in das Wesen der Materie nur beschränkt werden. Denn es heißt nicht das Wesen der Materie begreifen, wenn man sich die letzten Bestandtheile, welche die Materie constituiren sollen, als materiell denkt. Auch können solche Atome die erfahrungsmäßig gegebene Materie so wenig constituiren wie die einfachen Atome, wenn sie nicht gleich diesen in einem Verhältniß der Wechselwirkung zu einander stehen. Kämen sie bis zur Berührung aneinander, so könnten sie wohl Materie bilden, aber nicht diejenige Materie, welche uns erfahrungsmäßig gegeben ist; denn diese läßt sich zusammendrücken, was bei der vorausgesetzten Undurchdringlichkeit der materiellen Atome unmöglich wäre. Die letzteren müssen also gleichfalls in bestimmten Abständen von einander gedacht werden, was auch zu geschehen pflegt. Dann erscheint jedoch der unmeßbar kleine Raum, den diese Atome erfüllen sollen, als völlig bedeutungslos. Ihre Wechselwirkung bleibt die Hauptsache. Die Kraftverhältnisse aber, welche dieser Wechselwirkung zu Grunde liegen, können gewiß nicht ursprünglich durch eine Ausdehnung der Atome bedingt sein. Auf dem rein empirischen Standpunkte sogar ist es angemessener, die Atome als rein intensive Kraftcentra zu betrachten, denen man eine Ausdehnung allenfalls nur insofern zuschreiben könnte, als jedes einfache Atom eine allseitige, stetige Thätigkeit äußerte, deren Verbreitung im Raume eben seine Ausdehnung bestimmen würde, dergestalt, daß diese letztere soweit als die Kraftsphäre des Atoms reichte. Da nun die Molecularkräfte, welche in der chemischen Affinität, Cohäsion und Adhäsion zu Tage treten, bei jeder meßbaren Entfernung meist verschwindend klein werden, so müßten

die einfachen Atome, während sie einen Körper constituiren, einander so nahe sein, daß sie mit ihren Kraftsphären ineinander greifen könnten.

Die einfachen Atome müssen also auf und gegeneinander wirken, wenn sie einen Körper constituiren sollen. Diese Wirkungen sind jedoch nicht zu betrachten als Aeußerungen selbstständiger Kräfte, welche gewissermaßen hinter oder vor den Atomen stehen und diese, als passiv, im Raume hin und her schieben. Bei einer solchen Annahme erscheinen die Atome selbst als eine überflüssige Zugabe; jene Kräfte, sofern man dieselben nur discret, als punktuelle Intensitäten, denkt (wodurch sie freilich in gewisser Beziehung mit den einfachen Elementen zusammenfallen würden), reichen dann schon allein zur Construction der Materie aus. Die einfachen Atome (Elemente), welche den wahren Stoff der Materie bilden, sind vielmehr selbst, ihrem ganzen Wesen nach, Kräfte, wenn sie einen bestimmten Körper constituiren, so daß dieser ein Aggregat oder vielmehr ein System von Kraftpunkten ist. Die Kraftäußerungen der Materie sind den sie constituirenden Atomen wesentlich zugehörige Thätigkeiten.

Nun findet aber jedes Atom, das mit anderen einen Körper bildet, gerade so wie jede größere Partikel des letzteren den Grund oder die Veranlassung zu seiner Thätigkeit nur in den anderen benachbarten Atomen. Jedes Atom hält das andere in einer bestimmten Entfernung fest und wird von diesem gehalten. Kein Atom weiß jedoch etwas von seinem Nachbaratome, und es ist nicht einzusehen, wie ein Atom, das widerspruchslos nur als ein sich selbst gleiches substantielles Eins zu denken ist, durch einen auch noch so kleinen leeren Raum auf ein anderes eine Wirkung ausüben und von diesem eine Wirkung empfangen kann. Nehmen wir an, daß jedes Atom auf das andere anziehend und abstoßend zugleich wirke, so ist dies schon ein Widerspruch, wenn solche entgegengesetzte Thätigkeiten zugleich und ursprünglich in einem und demselben einfachen Atom stattfinden sollen. Sieht man davon aber auch ab, so können diese Thätigkeiten bekanntermaßen doch

keinen Erfolg für ein anderes Atom haben, wenn sie auf dasselbe in gleichem Maße ausgeübt werden; sie müssen sich aufheben. Anziehung allein würde aber die Atome bis zur Berührung nahe bringen; sie könnten dann keinen Körper bilden, gleichviel, ob sie als materiell oder ausdehnungslos gedacht werden. Und eine alleinige abstoßende (repulsive) Thätigkeit würde sie im Raum zerstreuen, also ebenfalls die Bildung eines Körpers verhindern. Es scheint also doch, als ob beide Thätigkeiten, die attractive und repulsive, zugleich in den Atomen vorhanden sein müßten, nur so, daß die eine, die Repulsion, bei der Annäherung zweier Atome schneller wachse als die andere, die Attraction. Die vollständige Berührung wird dann zugleich mit der völligen Zerstreuung der Atome vermieden sein. Wie es aber zugehe, daß ein Atom durch den leeren Raum hin auf ein anderes wirke, ist freilich schlechthin unbegreiflich. Ja es ist, so lange man sich die Atome außer einander denkt, gar nicht zu begreifen, wie überhaupt nur eine Wechselwirkung von dem einen zu dem anderen hin stattfinden könne. Wie kann auf diesem Wege ein Atom durch andere zu einer Thätigkeit veranlaßt werden, die sie innerhalb gewisser Grenzen dauernd zu einem Ganzen vereinigt? Und doch müssen sie thätig sein, müssen eine Wechselwirkung ausüben, falls sie einen Körper constituiren sollen. Was nun den einfachen Atomen unmöglich ist, so lange sie außereinander sind, das vermögen sie vielleicht, wenn sie zusammen, d. h. ineinander sind. Es ist sehr wohl möglich, daß in einem solchen Zusammen der Atome sich zwischen ihnen Kraftverhältnisse bilden, durch welche sie wieder auseinander getrieben werden, jedoch so, daß sie in bestimmter Weise bei einander bleiben müssen.

§. 7.

Qualitativer Gegensatz zwischen den einfachen Elementen. Dessen Folgen: Kraftverhältnisse der Elemente.

Von der an sich unerkennbaren, einfachen Qualität der Elemente läßt sich doch so viel einsehen, daß dieselbe bei mehreren, falls sie wirklich miteinander verglichen werden könnten, entweder gleich

oder conträr **entgegengesetzt** sein müsse. Im ersten Falle werden die Elemente, wenn sie zusammenkommen, gleichgiltig ineinander verharren. Denn es ist nicht abzusehen, wie qualitativ gleiche Elemente, als solche, im Falle ihres Zusammentreffens aufeinander einwirken können. Da jedes dem anderen hinsichtlich der Qualität völlig gleich ist, so kann keinem etwas von dem anderen widerfahren. Es müssen noch andere Bestimmungen hinzutreten, wenn ein Einfluß gleicher Elemente aufeinander möglich sein soll.

Im zweiten Falle ist aber an den verglichenen Elementen **Gleiches** und **Entgegengesetztes** zu unterscheiden. Das Gleiche und Entgegengesetzte sind jedoch an den Elementen keine gesonderten oder trennbaren Stücke, nur die Vergleichung stellt es heraus. Die Qualität eines jeden Elements, verglichen mit der Qualität eines anderen von der nämlichen Art, erlaubt die Unterscheidung — nicht wirkliche Trennung — dessen, was dem anderen gleich oder entgegengesetzt ist. Zwischen den Qualitäten je zweier Elemente kann das Gleiche oder das Entgegengesetzte vorherrschend sein, und die Gegensätze unter den Elementen können sowohl nach Beschaffenheit als auch nach Größe verschieden sein. Sollte nun nicht der Gegensatz zwischen den Elementen, im Falle ihres Zusammentreffens, einen realen Erfolg haben? Wahrscheinlich ist dies im hohen Grade. Schon die chemischen Processe deuten mit Bestimmtheit darauf hin, daß Ungleichartigkeit der Stoffe oder ein gewisser Gegensatz zwischen denselben das Princip der Anziehung oder überhaupt die Bedingung ihrer Wechselwirkung sei. Dieselben Processe zeigen aber auch, daß die ungleichartigen Stoffe miteinander in die innigste Berührung kommen müssen, wenn eine Wirkung zwischen ihnen stattfinden soll. In Bezug auf die einfachen Elemente (Atome) bietet sich nun zunächst Folgendes dar.

Steht die Qualität eines Elements A mit der Qualität eines anderen B im Gegensatze, so sollte, sobald diese Elemente zusammentreffen, das Entgegengesetzte ihrer Qualitäten sich aufheben. Dies ist aber insofern unmöglich, als das Entgegengesetzte kein abtrennbares Stück ist, sondern nur in unauflöslicher Verbindung mit dem, was

nicht im Gegensatze steht, die eigenthümliche Qualität des Elements ausmacht. Also muß jedes der Elemente, so gewiß es unaufhebbar ist, sich nach seiner eigenen Qualität gegen die Störung, die ihm von dem Entgegengesetzten des anderen droht, behaupten als das, was es ist. Man kann die Qualitäten zweier entgegengesetzter Elemente A und B bildlich durch die Formeln a + b und a + (— b) darstellen, wo aber a und b keine wirklichen Glieder in den Qualitäten der einfachen Elemente darstellen, sondern in unauflöslicher Verbindung mit einander als ein vollkommen sich selbst gleiches, substantielles Eins gedacht werden müssen. Ebenso bezeichnet das (— b) in der Formel für die Qualität des B etwas durchaus Positives, aber dem + b in A Entgegengesetztes, was durch das Zeichen :— angedeutet ist.

Kommen nun solche Elemente A und B zusammen, so sollte sich ihr Entgegengesetztes (+ b und — b) tilgen und nur ihr Gleiches übrig bleiben. Da aber letzteres mit dem ersteren ein untheilbares Eins bildet, so bleibt nichts anderes übrig, als daß sich jedes Element gegen das andere in seiner Qualität behauptet. Jedes Element bietet dem anderen, vermöge des Gegensatzes, der zwischen beiden besteht, einen Angriffspunkt dar, so daß jedes durch und gegen das andere zu einer Thätigkeit veranlaßt wird. Die Störung, welche erfolgen würde, wenn das Entgegengesetzte der beiden Elemente sich aufheben könnte, gleicht einem Drucke, das Bestehen gegen die Störung einem Widerstande. Jedes Element drückt also gegen das andere, und beide Elemente erhalten sich somit gegenseitig in einander. Die versuchte Abänderung (oder Störung) der Qualität, die jedes Element, des Gegensatzes wegen, von dem anderen erfahren sollte, macht das eine activ gegen das andere. Eine Störung der Elemente sollte erfolgen, die Reaction hebt die Störung auf, dergestalt, daß sie gar nicht eintritt. Action und Reaction fallen beide zusammen in Einen Act; die Reaction aber, die unmittelbar dem Gegensatze der Elemente gilt, ist eigentlich dasjenige, was hier wirklich geschieht. Die beiden Elemente A und B bestehen nun in der Lage, worin sie sind, in und widereinander; beide greifen gegenseitig ineinander ein und bilden in der Art ein intensives

Eins, daß eine Trennung derselben nur durch das Hinzukommen anderer Elemente unter gewissen Bedingungen möglich ist.

Die Reaction ist also nichts anderes als ein Bestehen gegen eine Störung, welche in dem Verhältniß der Qualitäten je zweier Elemente liegt und durch das Zusammen der letzteren nothwendig bedingt ist. Auch geschieht stets zweierlei zugleich, nämlich das Element A behauptet sich als A und B als B. Jede Reaction, die von einem Element ausgeht, wenn es sich gegen ein bestimmtes anderes in seiner Qualität behauptet, hat demnach ihren eigenthümlichen Charakter. Ist der Gegensatz zwischen den Elementen A und C ein anderer als der zwischen A und B, so muß auch die Reaction des A gegen C verschieden sein von der Reaction des nämlichen A gegen B. Je stärker aber der Gegensatz zwischen zwei Elementen ist, desto energischer sind ihre gegenseitigen Reactionen.

Die Reactionen erfolgen unausbleiblich aus dem Gegensatze der Qualitäten, wenn die Elemente zusammentreffen. Sie fallen daher ganz weg bei vollkommen gleichen Elementen, wenn nicht ein ihnen ungleichartiges dazu tritt. Wo kein Gegensatz ist, da kann keine Störung der Qualität und deshalb auch keine Reaction erfolgen.

In den Reactionen liegt der Grund dessen, was man Causalität oder das Verhältniß zwischen Ursache und Wirkung nennt. Auch zeigt sich hier die Nothwendigkeit eines Zusammen (Ineinander) der Elemente, weil sonst die letzteren einander unzugänglich bleiben würden, und daher auch der Gegensatz ihrer Qualitäten keinen Erfolg haben könnte. Kein Element ist sonach an und für sich eine Kraft, aber jedes wird zu einer Kraft in Folge seiner Durchdringung mit einem anderen ihm qualitativ entgegengesetzten Element.

In dem Gegensatze der Elemente liegt ferner das, was die Chemie die Verwandtschaft der Stoffe zu nennen pflegt. Entgegengesetzte Elemente oder Stoffe sind in sofern verwandt, als sie eben wegen ihres Gegensatzes ineinander greifen und gegeneinander reagiren,

was bei völlig gleichen Elementen, als solchen, nicht möglich ist; diese verharren gleichgiltig ineinander.

Wenn also zwei entgegengesetzte Elemente zusammenkommen, so verharren sie, vermöge ihrer gegenseitigen Reactionen, nothwendig ineinander. Es komme nun ein Element B zusammen mit zwei anderen A und A′, die unter sich von gleicher Qualität seien, während jedes von ihnen, einzeln genommen, mit jenem ersten im Gegensatz stehe. Dann müssen die beiden Elemente A, A′, sobald sie mit B zusammen sind, sich gegen dasselbe vollständig in ihrer Qualität behaupten. Aber auch B muß sich behaupten, und zwar gegen beide A zugleich, da es mit einem jeden von ihnen in demselben Verhältnisse des Gegensatzes steht. Wenn nun die Reaction eines Elements keiner Steigerung in's Unendliche fähig ist, sondern ihr nothwendiges Maß hat, das nicht überschritten werden kann; so wird in dem Falle, daß der Gegensatz zwischen den Elementen A und B ein gleicher, d. h. ein solcher ist, daß das eine Element eben so sehr von dem anderen als dieses von jenem gestört wird, schon ein einziges A unter Voraussetzung eines vollständigen Zusammen mit B dieses zu dem höchsten Grade der Reaction veranlassen. Ist aber B mit beiden A zusammen, so muß es gegen dieselben eine zwiefache vollständige Reaction ausüben, die doppelt so stark ist, als diejenige eines einzelnen A. Hierin liegt ein Princip der Repulsion, insofern B einer Steigerung seiner Reaction über das natürliche Maß hinaus widerstrebt. Da jedes A wegen des Gegensatzes zu B gegen das letztere reagiren muß, so sollten beide A in B verharren. Und dies kann man Anziehung nennen. Da aber B der zwiefachen vollständigen Durchdringung, die ihm, dem einzelnen, von den beiden A zugemuthet wird, nicht entsprechen kann, so scheint es gegen sie eine zurückstoßende Gewalt auszuüben, die wir Repulsion nennen. — Das Bisherige gilt, wie vorausgesetzt, für einfache (ausdehnungslose) Elemente.

Hätten aber die Elemente eine gewisse, wenn auch noch so geringe räumliche Ausdehnung, so könnte man, gestützt auf das Vorstehende, sagen: Während B gegen beide A zugleich reagirt, vermindert

sich seine Durchdringung mit den letzteren so weit, bis deren Reactionen zusammengenommen gleich sind der einen vollen (höchsten) Reaction des B, welche schon dann stattfindet, wenn dasselbe mit einem einzelnen A vollständig ineinander ist. In diesem Falle einer partialen Durchdringung bestände ein Gleichgewicht zwischen der attractiven und repulsiven Thätigkeit der Elemente. Ist nämlich ein Element A mit B vollständig zusammen, so kann man das Maximum der Reaction, welche jedes Element gegen das andere ausübt, = 1 setzen. Kommt nun auch ein zweites A hinzu, so übt dasselbe gegen B ebenfalls eine Reaction = 1 aus, während B gegen dieses A in demselben Maße wie gegen jenes reagiren muß, so daß es demgemäß seine Reaction über den schon gewonnenen Maximalwerth hinaus erhöhen sollte. Dieser Forderung leistet B aber kein Genüge oder es leistet ihr nur insofern Genüge, als es widerstrebt. Daher müssen die beiden A aus B herausweichen, und in dem Grade als dies geschieht, ihre Reaction gegen B vermindern. Das Gleichgewicht der Attraction und Repulsion von B gegen die beiden A ist erreicht, sobald die Reactionen der letzteren einzeln die Hälfte ihres Maximalwerthes betragen. Dann sind die Reactionen der beiden A: $1/2 + 1/2 = 1$ zusammengenommen gleich der einen vollen Reaction des B, indem die ersteren sich zu dem Maximalwerth der Reaction ergänzen. Leicht läßt sich dieses Resultat auf mehrere gleiche Elemente A übertragen, wenn sie mit einem ihnen entgegengesetzten B zusammenkommen. Je größer die Anzahl jener Elemente ist, desto geringer ihre Durchdringung mit dem anderen B. Wären z. B. der qualitativ gleichen Elemente drei vorhanden, so würden dieselben nur so tief in B eindringen, bis ihre Reactionen zusammen der vollen Maximalreaction von B gleichkämen. Die Reaction jedes einzelnen A würde dann $1/3$ des Maximums betragen, das die Reaction in einem A überhaupt erreichen kann, und die Reactionen aller drei A würden dann insgesammt ($1/3 + 1/3 + 1/3 = 1$) die volle Reaction ergeben, welche mit der höchsten Reaction des B in einem angemessenen Gleichgewichte stände. In solcher Weise miteinander verbunden, würden die Elemente kleinste materiale Massentheil-

chen bilden, die sich wieder untereinander zu einem größeren materiellen Ganzen verbinden könnten, dem nicht allein eine bestimmte Cohäsion und Dichte, sondern auch, wie sich leicht nachweisen ließe, eine bestimmte Gestaltung zukommen müßte*).

Aber einfache Elemente, wird man sagen, haben keine Ausdehnung, und deshalb kann auch keine partiale Durchdringung zwischen ihnen stattfinden. Wenn solche Elemente zusammen sind oder auf irgend eine Weise zusammenkommen, so mögen zwischen ihnen immerhin die erörterten Kraftverhältnisse auftreten; sie werden dann, in Folge derselben, wieder auseinander getrieben, in diesem Außereinander aber, so lange keine neuen Bestimmungen hinzukommen, nur ein loses Aggregat bilden, das nichts darbietet, was an die wirklich gegebene Materie erinnern könnte. Dennoch hat Herbart, von welchem die eben entwickelte Lehre in der Hauptsache herrührt, gestützt auf die Fiction einer Theilbarkeit des einfachen Punktes oder, was dasselbe ist, gestützt auf den Begriff eines unvollkommenen Zusammen einfacher Punkte, eine Construction der Materie geliefert, welche auf einer partialen (theilweisen) Durchdringung der einfachen Elemente beruht. Zwei Punkte, deren Entfernung = 0 ist, müssen hiernach nicht, wie es die gewöhnliche Ansicht verlangt, nothwendig als ineinander gedacht werden, sondern sollen auch aneinander gedacht werden können. Zwischen dem Aneinander und vollständigen Ineinander liegt dann das unvollkommene Zusammen dieser Punkte oder, auf die einfachen Elemente übertragen, deren partiale Durchdringung. Wir können dies hier nicht weiter zum Gegenstande unserer Betrachtung machen, sondern müssen auf die betreffenden Stellen bei Herbart**) verweisen. Mir selbst hat sich eine Ansicht von der Bildung der Materie aus einfachen Elementen dargeboten, die ich, anknüpfend an das Vorhergehende, in ihren Hauptzügen hier zur Darstellung bringen will.

---

*) S. des Verf. Naturlehre. S. 12 ff.

**) Allgemeine Metaphysik Thl. II. S. 161 ff. S. 270 ff.; auch Hartenstein, Grundlehren der allgemeinen Metaphysik. Leipzig 1836. S. 358.

§. 8.

Bewegungsverhältnisse, die zunächst aus den Kraftverhältnissen der einfachen Elemente hervorgehen.

Wenn zwei einfache Elemente A und B von entgegengesetzter Qualität zusammen sind, so muß jedes gegen das andere, auf Grund des Gegensatzes, eine Reaction ausüben (§. 7). Beide Elemente verharren dann nicht gleichgiltig ineinander, sondern jedes sucht sich in dem anderen zu halten und wird von ihm gehalten, insofern das eine gegen das andere reagirt und diese durch ihren relativen Gegensatz begründete Activität ein wechselseitiges Ineinandergreifen beider Elemente bedingt. Die Reaction eines Elements A gegen ein ihm qualitativ entgegengesetztes Element B ist ein dauernder Act innerer Thätigkeit, der sich sofort als Tendenz zur Bewegung jenes Elements nach B hin geltend macht, falls dasselbe durch irgend eine Ursache die Nöthigung empfängt, aus B herauszutreten; und so umgekehrt. Hierin liegt das Prinzip der Anziehung.

Kommt nun noch ein zweites dem A oder B gleiches Element hinzu, so findet natürlicher Weise auch zwischen ihm und dem entgegengesetzten Element (es sei dies beispielsweise B) eine gegenseitige Reaction statt. Damit entsteht aber zugleich ein Conflict zwischen den beiden qualitativ gleichen Elementen A; sie drängen gegeneinander, indem sich jedes gegen das andere in B zu behaupten sucht, und kraft dieses Conflicts müssen sie einander aus B nach entgegengesetzten Richtungen verdrängen. Aber dies geschieht nur, indem jedes A soviel als möglich widerstrebt; denn jedes für sich sucht, vermöge seiner Reaction gegen B, in diesem zu verharren, und ist also im Augenblicke seines Hervordringens aus letzterem zu zwei Bewegungen in entgegengesetzten Richtungen angeregt. Darum ist auch die Bewegung der beiden A von B hinweg schon im Anfange einer Beschränkung oder Hemmung unterworfen, und zwar eben insofern als jedes A eine durch seine Reaction gegen B veranlaßte Tendenz besitzt, nach B hin zurückzukehren. Jedes A empfängt

zwar, in Folge des Conflicts der Elemente untereinander, einen momentanen Impuls zur Bewegung von B hinweg, aber die gegen dieses Element gerichtete Reaction von A ist gewissermaßen eine constante Kraft, durch die A innerhalb gewisser Grenzen fortdauernd zu B zurückstrebt, in einer Richtung, die natürlicher Weise allemal der Richtung, nach welcher dasselbe aus B hervordringt, gerade entgegengesetzt ist.

Fig. 1.



Da nun sofort mit dem Beginn des Außereinander der Elemente ihr Conflict, der nur im Moment ihres Zusammenseins mit B zwischen ihnen bestehen kann, verschwindet, während ihr Streben zur entgegengesetzten Bewegung, nämlich nach B hin, fortdauert; so muß jene Bewegung rückgängig werden, oder die Elemente A müssen wieder von entgegengesetzten Seiten her in B eindringen. Hier entsteht derselbe Conflict von Neuem; die Elemente A dringen wieder aus B hervor, kehren aber auch aus demselben Grunde wieder zu ihm zurück, u. s. f. So vollziehen die beiden Elemente A, in Folge der Kraftverhältnisse, welche aus ihrem ersten Zusammen mit B hervorgehen, unaufhörlich eine oscillatorische Bewegung, die ihr Zusammensein mit B abwechselnd aufhebt und wiederherstellt. Wird aber eines der Elemente A, etwa A', durch irgend eine äußere Ursache in seiner Bewegung aufgehalten, so daß es etwas später als das andere A auf B trifft, so wird dieses A mit B zusammen bleiben; und weil es im Moment seines Zusammentreffens mit B den Gegendruck von Seiten des A' nicht erfährt, so kann es seine Bewegung, in die es B mit hineinzieht, nach B hin fortsetzen. Dadurch kommen aber bald alle drei Elemente wieder zusammen; es entstehen unter ihnen von Neuem die beschriebenen Kraftverhältnisse, und durch diese auch wieder die vorigen Bewegungsverhältnisse.

Die drei Elemente, so miteinander verbunden, bilden zwar noch kein materielles Molecül, zeigen noch keine feste räumliche Gestaltung, aber der Anfang zur Bildung der Materie aus einfachen Elementen ist durch diese Bewegungsverhältnisse gegeben. Bevor wir dies jedoch weiter entwickeln, wollen wir noch einmal zurückkehren zu der oben

(§. 7) begonnenen Vergleichung der einfachen Elemente, welche fast von selbst zur möglichen Existenz von solchen Elementen führt, die man in der physikalischen Atomistik unter dem Namen des Aethers zusammenfaßt.

§. 9.

Einfache Elemente, die man unter dem Namen des Aethers zusammenfassen kann, sind um die einfachen Grundelemente der Materie sphärenartig gruppirt.

Die Qualitäten der einfachen Elemente können gleich sein, aber auch in bestimmten Gegensätzen untereinander stehen. Der Gegensatz kann nicht allein mehr oder minder stark sein, sondern auch noch eine andere Art des Unterschiedes darbieten, je nachdem nämlich schon Ein Element A hinreicht, um ein anderes B zu einer vollständigen Reaction, nämlich zu dem möglichen Maximum derselben, das sich als Einheit betrachten läßt, zu veranlassen, oder erst mehrere Elemente a denjenigen Grad der Reaction hervorzubringen vermögen, dessen B überhaupt fähig ist, so daß der Grad der Reaction, zu welchem B durch ein a gebracht wird, als ein Bruchtheil der Einheit anzusehen ist. Diese Verschiedenheit läßt sich als Gleichheit und Ungleichheit des Gegensatzes bezeichnen.

Stehen also die Elemente A und B in einem gleichen Gegensatze zueinander, so werden sich beide Elemente, falls sie zusammen sind, zu dem höchsten Grade der Reaction, dessen sie überhaupt fähig sind, veranlassen. Kommt aber noch ein zweites Element A hinzu, so wirkt B repulsiv, indem es der Erhöhung der Reaction über das mögliche Maximum hinaus widerstrebt. Ist aber der Gegensatz zwischen zwei Elementen B und a ein ungleicher, so daß etwa zwei Elemente der Art a nöthig sind, um in B das Maximum der Reaction hervorzubringen, so wird die Reaction von B gegen ein einzelnes a: = $^1/_2$ der ganzen (vollen) Reaction in B sein. Die beiden a, deren Reactionen zusammengenommen gleich sind der einen Reaction von B, werden in diesem Falle mit dem letzteren zusammen bleiben können,

so lange bis ein drittes a hinzukommt, wo dann das Element **B**, zufolge der geforderten Erhöhung seiner Reaction über das natürliche Maximum hinaus, wieder repulsiv wirkt. Doch wird auch hier zwischen den Elementen a selbst schon früher, noch ehe das dritte a hinzukommt, Repulsion eintreten, insofern nämlich als sie miteinander in Conflict gerathen, indem jedes gegen das andere in **B** zu verharren strebt. Denn jedes der beiden a überträgt, während es in Reaction gegen **B** begriffen und durch dieses innerlich bestimmt ist, den Gegensatz zwischen ihm und **B** auf das andere a, so daß jedes während der vollständigen Durchdringung nicht nur gegen **B**, sondern auch gegen das andere durch den Gegensatz gegen **B** bestimmte a sich behaupten muß. Daraus resultirt nun eine Steigerung der Reaction für a, der es widerstrebt, weil es schon durch **B** allein zu dem Maximum der Reaction gebracht ist. Die beiden a werden sich demgemäß nach entgegengesetzten Richtungen aus **B** verdrängen, jedoch, weil mit dem Außereinander ihr Conflict wegfällt, unter der Bedingung, daß sie bald darauf wieder (durch eine rückgängige Bewegung) in **B** eindringen.

Wie bei dem gleichen, so können auch bei einem ungleichen Gegensatze im Grunde nie mehr als zwei qualitativ entgegengesetzte Elemente (**B** und a) zusammen bleiben; sobald ein zweites a hinzukommt, entsteht nothwendig Repulsion, die im Verein mit der Attraction oder dem Bestreben der Elemente a, in **B** zu verharren, zu jener oscillatorischen Bewegung der Elemente a in Bezug auf das eine **B** führt. Der Unterschied liegt nur darin, daß bei einem ungleichen Gegensatze erst dann eine repulsive Thätigkeit von Seiten des einen Elements, das wir **B** nennen, erwacht, wenn eine gewisse Anzahl anderer Elemente, die mehr als zwei beträgt, überschritten wird; während dieselbe bei einem gleichen Gegensatze zwischen den Elementen **A** und **B** sofort eintritt, falls ein zweites **A** oder auch ein zweites **B** hinzukommt.— Man wird nun auch erkennen, daß die Attraction, welche unmittelbar aus den gegenseitigen Reactionen je zweier qualitativ entgegengesetzter Elemente hervorgeht, das Primäre ist, die Re-

pulsion dagegen als etwas Secundäres sich geltend macht, dann nämlich, wenn die Reactionen bei der Durchdringung einer größeren Anzahl von Elementen über ein gewisses Maximum hinaus erhöht werden sollen.

Die Gleichheit und Ungleichheit des Gegensatzes hat namentlich Bedeutung in Hinsicht auf das quantitative Verhältniß, nach welchem sich die Elemente zusammengruppiren. Eine Ungleichheit des qualitativen Gegensatzes unter den Elementen, über deren mögliche Anzahl nichts entschieden werden kann und auch nichts entschieden zu werden braucht, ist aber a priori gewiß eben so wahrscheinlich als die vollkommene Gleichheit desselben. Der Gegensatz zwischen Einem Element B und gewissen anderen c kann nun auch so ungleich sein, daß eine sehr große Anzahl dieser Elemente nöthig ist, um jenes erste zum Maximum der Reaction zu veranlassen, dergestalt also, daß sehr viele derselben mit B zusammen sein können, ehe ihnen von Seiten des letzteren eine repulsive Thätigkeit entgegentritt. Vermöge des Conflicts aber, der zwischen den Elementen c in B stattfindet, weichen sie aus diesem nach allen Seiten (in der Richtung der Radien, die man sich von B aus gezogen denken kann) heraus, um bald darauf wieder in dasselbe einzudringen. Und wenn sie bei dieser oscillatorischen Bewegung auf andere Elemente c (außerhalb B) treffen, so können sie diese mit in die Bewegung hineinziehen, und gewissermaßen zu B hinführen. Sobald aber in B der Elemente c sich so viele begegnen, daß jenes das Maximum seiner Reaction überschreiten müßte, um sie alle in sich zu erhalten, gesellt sich zu dem Conflict, welcher zwischen den einzelnen Elementen c besteht, noch die repulsive Thätigkeit von Seiten des B, wodurch eine Vergrößerung der Schwingungsweite der oscillirenden Elemente c bewirkt wird. Die letzteren bilden nun zusammen eine verdichtete Sphäre um das eine Element B, das für ihre oscillatorische Bewegung das gemeinsame Centrum und zugleich der Ursprung ist.

Alle Elemente, welche sich auf einem und demselben Radius einer solchen Sphäre befinden, beginnen zwar gleichzeitig ihre Bewe-

gung nach dem Centrum hin, können aber dasselbe nicht alle auch gleichzeitig erreichen, sondern während die dem Centrum zunächst gelegenen Elemente aus diesem schon wieder herausweichen, sind vielleicht die weiter zurückstehenden erst im Begriff, in dasselbe einzudringen. Es werden also wahrscheinlicher Weise nicht alle Elemente einer vollständig ausgebildeten Sphäre mit dem Element B wieder ganz zusammen kommen; aber alle Elemente werden doch eine gemeinsame Bewegung abwechselnd nach diesem Element hin und von demselben hinweg haben. Die Sphäre wird sich demgemäß abwechselnd verdichten und ausdehnen; und in dem Moment der Verdichtung müssen ihre Elemente von entgegengesetzten Seiten her sowohl gegeneinander als auch gegen ihr Centralelement einen bestimmten Druck ausüben.

Diejenigen einfachen Elemente nun, welche untereinander in einem starken, aber gleichen oder doch nicht sehr ungleichen Gegensatze stehen, betrachten wir als die eigentlichen Grundbestandtheile der Materie. Die anderen dagegen, welche mit diesen Grundelementen und gewissermaßen Kernpunkten der Materie einen sehr ungleichen Gegensatz bilden, und sich demgemäß in sehr großer Anzahl um jedes einzelne derselben dauernd gruppiren können, machen zusammengenommen den sogenannten Aether aus, dessen mögliche Existenz sich aus einer vergleichenden Betrachtung der Elemente (bezüglich ihrer Qualität) ergeben hat. Auch die physikalische Atomistik nimmt, wie bereits erwähnt ist, Aetheratome an, von denen sie ohne Weiteres voraussetzt, daß eine sehr große Anzahl derselben sich um jedes Atom der Materie, vermöge wechselseitiger Anziehung, gruppiren könne.

§. 10.

Die einfachen Elemente constituiren kleinste Massentheilchen (Molecüle). Die Materie ist eine Combination solcher Massentheilchen.

Kommen zwei ungleichartige Elemente A und B, von denen jedes, auf die angegebene Weise, von einer Aethersphäre umgeben ist, einander hinreichend nahe, so werden ihre Aethersphären ineinander-greifen, und auf der Seite, wo dies stattfindet, Elemente der einen Sphäre mit denen der anderen zusammentreffen. Diese zusammen-treffenden Aetherelemente, obwohl an sich gleichartig, befinden sich doch, weil sie den ungleichartigen Elementen A und B angehören, in entgegengesetzten Reactionszuständen, und können deshalb auch gegen-einander eine Reaction ausüben, die einer Anziehung gleichgeltend ist. Wie dem auch sein mag, jedenfalls werden die Aetherelemente, welche beim Ineinandergreifen der beiden Sphären zusammentreffen, sich in ihrer Bewegung verzögern, so daß die auf der entgegengesetzten Seite befindlichen Elemente in dem Moment, wo die Sphären sich zu-sammenziehen, den bisherigen Druck von der anderen Seite her nicht mehr in dem Maaße wie sonst erfahren werden. Die Sphären müssen also in Folge der Verzögerung, welche die Elemente auf der Innenseite in ihrer Bewegung nach den Centralelementen A und B hin erleiden (siehe Figur 2), auf die letzteren einen stärkeren Druck von der Außenseite her ausüben. Und deshalb werden die beiden Elemente A und B sich einander nähern, bis wieder ein neues Gleichge-wichtsverhältniß zwischen den oscillirenden Aetherelemen-ten sich hergestellt hat.

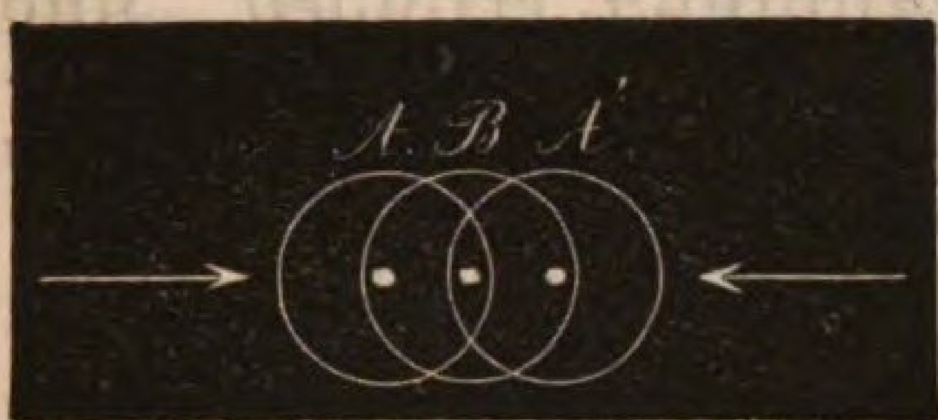
Figur 2.



Kommt nun zu B noch ein zweites Element A′ hinzu, so wird sich zwischen beiden das vorige Ereigniß wiederholen. Doch erfährt B keine Ortsveränderung, insofern es auf beiden Seiten der-selben Einwirkung unterliegt; wohl aber müssen die beiden A, weil der Druck ihrer Aethersphären auf der Außenseite das Uebergewicht

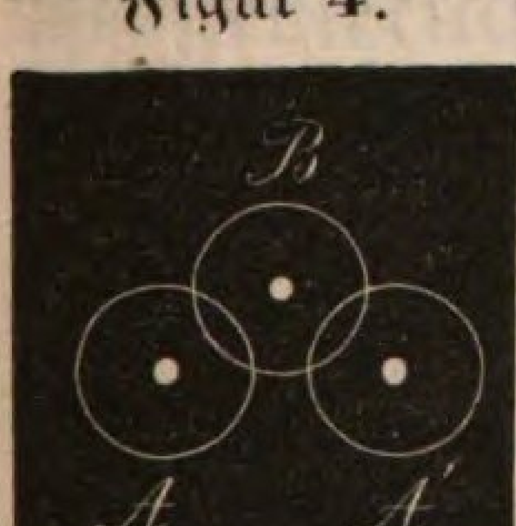
hat, in der Richtung der Pfeile zu dem Element B hindrängen, bis ein gewisses Gleichgewicht zwischen den Druckverhältnissen aller drei Aethersphären eingetreten ist. Dabei können die letzteren dergestalt ineinander getrieben werden, daß jedes Centralelement innerhalb der Sphäre des benachbarten Elements zu liegen kommt. Die drei Elemente A, B und A verharren dann in bestimmten Abständen von einander, und jede Verrückung des einen Elements wird eine entsprechende Bewegung des andern zur Folge haben. Nehmen wir z. B. an, daß das eine Element A′ durch irgend eine äußere Ursache etwas von dem mittleren entfernt werde, so ist das Gleichgewicht des Druckes von Seiten der beiden Sphären um A gegen B hin gestört. Die Sphäre des Elements A übt jetzt einen stärkeren Druck aus als die um A′, während B in Folge des verminderten Gegendruckes zwischen ihm und A′ nach diesem letzteren hindrängt, so daß A sammt dem Elemente B nach A′ zu fortrücken muß. Wird umgekehrt A′ durch irgend eine Ursache in B tiefer eingedrückt, so werden natürlicher Weise auch die beiden anderen Elemente mit ihren Sphären eine Verrückung in demselben Sinne erfahren, falls ihnen in der Richtung des stärkeren Druckes freie Bewegung gestattet ist. Auch werden die drei Elemente stets eine lineare Anordnung zu behaupten suchen.

Figur 3.



Wäre das zweite A′ mit B nicht gerade auf der entgegengesetzten Seite zusammengetroffen, sondern irgendwo anders, z. B. wie die Figur angibt, so würde die Bewegung der Aetherelemente zwischen B und jedem A, da wo die Sphären ineinandergreifen, wie sonst verzögert werden. In diesem Falle könnte aber das Element B, während die beiden A tiefer in dasselbe einzudringen streben, nicht in Ruhe bleiben, weil es nicht wie oben nach entgegengesetzten Richtungen hin dieselbe Einwirkung erleidet, sondern es gibt jetzt für B zwei Richtungen des schwächeren Druckes, die miteinander einen Winkel einschließen. Nach diesen Richtungen, die man erhält, wenn man

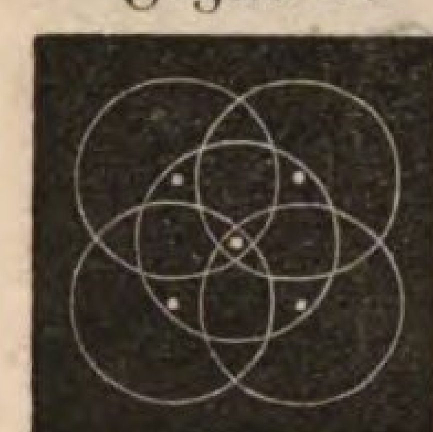
Figur 4.



sich das Centrum der Sphäre um B, also das letztere selbst mit den beiden anderen Centralelementen durch gerade Linien verbunden denkt, strebt das Element B nach A und A′ hin. Die wirkliche Bewegung des Elements B muß demnach in einer mittleren Richtung erfolgen, und daraus resultirt, indem B zwischen A und A′ tiefer eindringt, nothwendig eine lineare Anordnung dieser drei Elemente.

Drei Elemente von der Art A werden um das eine Element B ein gleichseitiges Dreieck, vier ein Quadrat und acht einen Cubus um dasselbe formiren (s. Figur 5). Da nun die Aetherelemente, welche den nicht ineinander greifenden Theilen der Sphären angehören, gegen die betreffenden Centralelemente A einen stärkeren Druck ausüben als die auf der Innenseite befindlichen Aetherelemente, so werden die Elemente A nach dem mittleren Element B hingetrieben. Sobald aber dem äußeren Drucke, nach Herstellung eines gewissen Gleichgewichts, wieder ein innerer Druck von angemessener Stärke entgegenwirkt, müssen die Elemente A in bestimmten Abständen von B verharren.

Figur 5.



Die Atome oder Elemente A, so durch ihre Aethersphären mit dem Element B verbunden und um dasselbe gruppirt, bilden Molecüle oder kleinste Massentheilchen von bestimmter Gestaltung. Alle Elemente aber, die zusammen ein bestimmtes Massentheilchen constituiren, sind von einer gemeinsamen Aethersphäre umschlossen, und stellen durch diese ein gleichartiges räumliche Ganze dar, dessen Wirksamkeit nach Außen gewissermaßen von dem innersten Centralelement ausgeht.

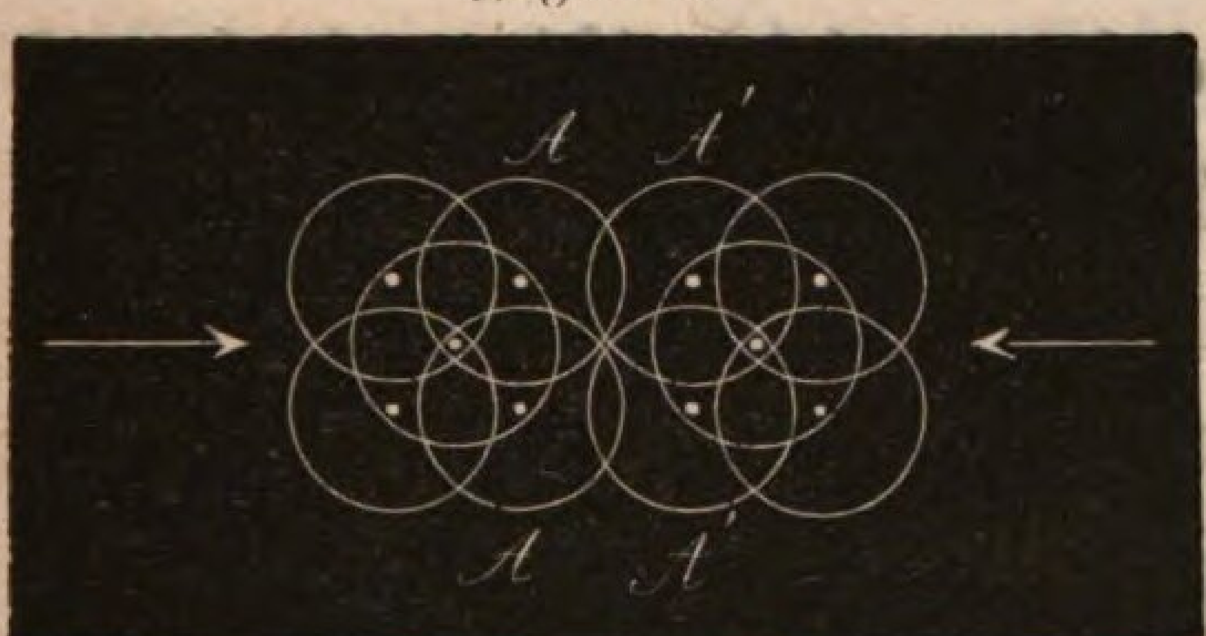
Jene Elemente können nicht in unbegrenzter Anzahl, sondern höchst wahrscheinlich nur nach einem bestimmten quantitativen Verhältniß sich um das eine Element B in angemessener Weise gruppiren, so daß, wenn ihrer sehr viele mit dem letzteren zusammentreffen, Bewegungsverhältnisse entstehen, durch welche ein Theil derselben entfernt und von der Verbindung ausgeschlossen wird. Dagegen können solche Elemente A mit einem neuen B ein zweites Massentheilchen

derselben Art bilden, u. s. f. Die Gestalt dieser Molecüle ist aber durch das eben erwähnte quantitative Verhältniß bedingt. Wie nun zwei Elemente A, falls sie auf ein Element B treffen, mit diesem nothwendig eine lineare Anordnung bilden, so müssen auch mehrere A sich auf eine bestimmte regelmäßige Weise um Ein B gruppiren, wie es das Gleichgewicht zwischen den Druckverhältnissen der verschiedenen Aethersphären um A gegen die Sphäre um B verlangt.

Bei anderen Massentheilchen kann, gemäß dem Gegensatze der sie constituirenden Grundelemente, das quantitative Verhältniß und die Gestaltung eine andere sein. Wenn z. B. Ein Element C sechs andere Elemente von der Art A dauernd um sich gruppiren kann, so werden die letzteren zusammen ein Octaëder um das erstere bilden.

Viele Massentheilchen von derselben Art können sich nun zu einem größeren gleichartigen Ganzen gruppiren, wenn sie miteinander in hinreichend nahe Berührung kommen. Treffen z. B. zwei würfelförmige Massentheilchen zusammen, so wird zwischen den Aethersphären A, A′ (Figur 6) das bereits in Erwägung gezogene Ereigniß stattfinden; die Aetherelemente an der Berührungsseite werden in ihrer

Figur 6.



Bewegung, nach den Centralelementen hin, verzögert, so daß der Druck nach der entgegengesetzten Seite hin vermindert wird. Da also der äußere Druck in der Richtung der Pfeile das Uebergewicht hat, so werden die beiden Massentheilchen tiefer ineinander gedrängt und die Hauptcentralelemente derselben einander näher gerückt; es ist so, als ob zwischen beiden eine gegenseitige Anziehung stattfände. Aber auch hier muß sich ein bestimmtes Gleichgewicht zwischen dem äußeren und inneren Druck herstellen; und wie schon jedem kleinsten Massentheilchen eine bestimmte Gestalt und, gemäß dem Abstande seiner Grundbestandtheile, eine bestimmte Dichte zukommt, so gilt dies auch von dem

größeren Ganzen, das aus einer gewissen Anzahl von Massentheilchen constituirt ist. Die Grundelemente der letzteren können durch äußere Einwirkungen (Zug und Druck) von einander entfernt und einander genähert werden, aber sie streben mit Nothwendigkeit stets wieder zurück in die normale Position, welche durch das Gleichgewicht jener Druckverhältnisse bedingt ist. Daher ist die Materie innerhalb gewisser Grenzen, die bei verschiedenen Arten derselben natürlicher Weise mehr oder weniger weit auseinander liegen, vollkommen elastisch.

Aus solchen kleinsten Massentheilchen müssen wir uns alle Körper zusammengesetzt denken, unter ihnen auch die Metalle, sowie überhaupt die sogenannten chemischen Grundstoffe. Die einfachen Elemente aber, welche diese Massentheilchen constituiren, können durch ihre Kraftverhältnisse so unauflöslich miteinander verknüpft sein, daß nur die Verbindung der Massentheilchen untereinander einer Trennung fähig ist. Diese Massentheilchen, die man als die materiellen Atome der Chemie betrachten kann, sind dann ihrem Wesen nach etwas Unveränderliches, das allerdings nur durch die Thätigkeit der dieselben constituirenden einfachen Elemente besteht. Und in diesem Sinne läßt sich auch sehr wohl eine relative Einfachheit der sogenannten chemischen Grundstoffe behaupten, insofern nämlich die letzteren aus nicht weiter zerlegbaren kleinsten Massentheilchen bestehen, während die Theilchen aller anderen (chemisch zerlegbarer) Körper Combinationen aus solchen Massentheilchen, d. h. Massentheilchen höherer Ordnung sind.

§. 11.

Weitere chemische Verhältnisse der Massentheilchen.

Die Massentheilchen ungleichartiger Körper vereinigen sich in bestimmten Verhältnissen, welche die Chemie lehrt, zu neuen Massentheilchen höherer Ordnung, die sich wieder zu einem größeren Ganzen gruppiren können. Dies muß im Allgemeinen nach denselben Gesetzen geschehen, welche für die ursprünglichen Elemente galten, als

sie sich zu jenen kleinsten Körpertheilchen miteinander vereinigten. Was aber die Gestalt der Theilchen (Molecüle) des neu entstandenen Körpers betrifft, so hängt dieselbe natürlich von den Formen der kleinsten Massentheilchen ab, welche den ungleichartigen Stoffen, aus denen er sich bildet, zugehören. Aus den Betrachtungen, die wir darüber angestellt haben, folgt, daß die Gestalt derselben meistens eine polyedrische sein wird.

Sind die Massentheilchen A und A′ (Figur 6, Seite 35) von ungleichartiger Beschaffenheit, so werden sie in Folge der abgeänderten Druckverhältnisse im Allgemeinen um so tiefer ineinander eindringen, je größer ihr Gegensatz ist. Beide Massentheilchen können gemäß dem qualitativen Gegensatze und dem quantitativen Verhältnisse der Elemente, von denen sie gebildet werden, auf verschiedene Weise gestaltet sein. Aus beiden wird aber, nach Herstellung des Gleichgewichts aller Druckverhältnisse, ein Massentheilchen höherer Ordnung von bestimmter Gestalt resultiren. Auch kann ein Massentheilchen im Stande sein, mehrere Massentheilchen von anderer Art um sich zu gruppiren, in ähnlicher Weise wie ein einfaches Element mit mehreren Elementen von anderer Qualität ein kleinstes Massentheilchen constituirt. Kommen aber zu den Massentheilchen A, A′ andere Massentheilchen von der Art C hinzu, so wird das Gleichgewicht zwischen jenen gestört, und C kann, je nach dem Gegensatze der zwischen ihm und den beiden ersteren besteht, entweder mit A oder mit A′ in ein festeres Gleichgewichtsverhältniß eintreten, so daß dann das andere in Folge der neu entstandenen Bewegungsverhältnisse der Elemente aus seiner bisherigen Verbindung ausscheiden muß, falls nicht sämmtliche verschiedenartige Massentheile untereinander ein stabiles Gleichgewichtsverhältniß eingehen können. Bei solchen Verbindungen ungleichartiger Massentheilchen ist es nun von Bedeutung, daß dieselben nicht nur in möglichst innige Berührung miteinander kommen, sondern auch freie Beweglichkeit gewinnen, damit sie jedem Bewegungsimpulse leicht Folge leisten können. Dies Alles weiß die Chemie durch verschiedene Mittel zu erreichen; starre Körper werden pulveri=

sirt und gehörig untereinander gemischt, der Zusammenhang zwischen den Theilchen eines und desselben Körpers durch Schmelzung vermindert, oder auch die Körper in einer Flüssigkeit gelöst, wodurch die Massentheilchen derselben voneinander getrennt und zwischen die Theilchen des Lösungsmittels gelagert werden.

Man unterscheidet die Lösung von der Auflösung, indem man sich unter der letzteren einen bestimmten chemischen Proceß zwischen den Theilchen des Lösungsmittels und des gelösten Körpers vorstellt. So entsteht beim Auflösen von Natron in wasserhaltiger Salzsäure Chlornatrium. Wird dagegen ein Salz in Wasser gelöst, so findet nur eine Trennung zwischen den Theilchen desselben, ohne eine sonstige chemische Veränderung, statt. In der Lösung soll also der gelöste Körper als solcher enthalten bleiben, nicht aber in der Auflösung. Doch ist man weit entfernt, die Lösung als eine bloße mechanische Vertheilung eines Körpers in der betreffenden Flüssigkeit zu betrachten. Hiergegen lassen sich Versuche von Gay Lussac anführen, der in Salzlösungen, die in hohen, senkrecht gestellten Glasröhren sechs Monate lang aufbewahrt worden, genau denselben Gehalt an Salz in den oberen und unteren Schichten fand. Dies hätte nicht sein können, wenn die Salztheilchen nur mechanisch fein vertheilt in dem Lösungsmittel schwebten. Der eigentliche Vorgang der Lösung besteht nun wohl darin, daß die Massentheilchen des eingebrachten Körpers vermöge ihrer Wechselwirkung mit den Theilchen des Lösungsmittels sich voneinander trennen und zwischen die letzteren lagern, in ähnlicher Weise wie die gleichartigen Massentheilchen eines und desselben Körpers sich in unbestimmten Verhältnissen an und zwischen einanderlegen. Und gerade darum weil die Wechselwirkung, welche die Lösung eines Körpers zur Folge hat, nicht sowohl zwischen den sehr ungleichartigen als vielmehr zwischen den ähnlichen Massentheilchen statt hat, geschieht hier die Verbindung und Gruppirung der Theilchen des Lösungsmittels und des gelösten Körpers in einem unbestimmten Verhältnisse. Es ist nämlich bekannt, daß sich die chemische Affinität zwischen den Körpern um so stärker geltend macht,

je ungleichartiger dieselben in ihren Eigenschaften sind, während die Lösung meist um so besser von Statten geht, je ähnlicher die betreffenden Körper in ihren Eigenschaften erscheinen. So lösen sich z. B. die Sauerstoffsalze in Wasser, das gleichfalls Sauerstoff enthält, Verbindungen, die reich an Wasserstoff sind, wie Oele, Fette, Harze, in ähnlichen Flüssigkeiten, die ätherischen Oele in Alkohol und Aether, welche letztere weniger geeignet sind, die Sauerstoffsalze zu lösen, ferner die Metalle nur in einem Metalle, dem Quecksilber ꝛc. Die Cohäsion aber, die nichts anderes als eine durch die Gleichartigkeit der Massentheilchen modificirte chemische Action ist, hat auf den Vorgang der Lösung einen besonderen Einfluß, da dieselbe ja durch die Wechselwirkung zwischen den Massentheilchen des zu lösenden Körpers und der Flüssigkeit aufgehoben wird. Salze, deren Cohäsion durch die Wärme leicht überwunden werden kann, werden deshalb auch in größter Menge gelöst. Je größer aber die Menge ist, welche eine Flüssigkeit von einem bestimmten Körper bereits gelöst hat, desto langsamer geht die fernere Lösung von Statten, so daß endlich ein Sättigungspunkt eintritt, über den hinaus die Flüssigkeit nicht mehr im Stande ist, die Cohäsion neuer Theilchen derselben Art zu überwinden. Dagegen findet für flüssige Körper, deren Cohäsion verhältnißmäßig sehr gering ist, ein solcher Sättigungspunkt nicht statt; Alkohol, Schwefelsäure ꝛc. lösen sich in jedem Verhältnisse in Wasser auf.

Der Unterschied zwischen solchen Lösungen und den sogenannten *chemischen* Auflösungen liegt nun im Wesentlichen darin, daß in jenen die kleinsten Massentheilchen des gelösten Körpers zwischen den Theilchen der Flüssigkeit lagern, etwa in der Weise wie die gleichartigen Massentheilchen eines und desselben Körpers durch Cohäsion miteinander verknüpft sind, während in den letzteren je zwei oder auch mehrere kleinste Massentheilchen des Körpers und des Auflösungsmittels dergestalt in Wechselwirkung stehen, daß sie zusammengenommen ein *neues Massentheilchen höherer Ordnung* bilden. Da jedoch die verschiedenen Massentheilchen des gelösten Körpers und

des Lösungsmittels nicht in der Weise gleichartig sind wie die Massentheilchen eines und desselben homogenen Körpers, so können auch bei manchen Lösungen Verhältnisse eintreten, die den chemischen Verbindungen im engeren Sinne entsprechen.

Massentheilchen von bestimmter regelmäßiger Form können sich so miteinander verbinden, daß das aus ihnen gebildete Ganze im Innern und Aeußern eine große Regelmäßigkeit zeigt, so daß also der Abstand der Atome und Massentheilchen nach allen Richtungen hin derselbe ist. Aber es lassen sich noch mehr Fälle denken, wo dies nicht stattfindet, Fälle, wo der Abstand der einzelnen Elemente oder Atome nach verschiedenen Richtungen hin ein ungleicher wird, wenn verschiedenartige Massentheilchen sich zu einem neuen zusammensetzen. Dann wird natürlicher Weise auch der aus diesen neuen Massentheilchen bestehende Körper nach verschiedenen Richtungen eine ungleiche Dichte haben müssen, was ebenso für den Aether gilt, der um die einzelnen Atome gruppirt ist und mit diesen die Materie constituiren hilft.

Alle Massentheilchen aber, deren Elemente in demselben quantitativen Verhältniß zu einander stehen, müssen dieselbe Gestalt annehmen, falls die sonstigen Umstände gleich sind. Besteht z. B. ein Massentheilchen aus Einem Element von der Art b und acht Elementen von der Art a, so wird seine Gestalt ein Würfel sein. Dieselbe Gestalt wird aber auch ein Massentheilchen annehmen, welches aus anderen Elementen β und α in dem Verhältnisse von 1 : 8 zusammengesetzt ist. Denn in dem einen, wie in dem anderen Falle werden die acht gleichartigen Elemente sich auf Grund derselben Kraftverhältnisse um das entgegengesetzte Element möglichst gleichmäßig zu gruppiren suchen. Die Gestalt wird dieselbe sein, mögen auch die Elemente der Massentheilchen in beiden Fällen noch so verschiedenartig sein. Ein gleiches Verhalten muß nun auch bei verschiedenen chemisch zusammengesetzten Körpern stattfinden, deren ungleichartige Massentheilchen (Atomgruppen) in demselben quantitativen Verhältnisse zusammentreten.

In nächster Beziehung hiermit steht nun die von Mitscherlich begründete Lehre des Isomorphismus (ἴσος, gleich, μορφή, Gestalt),

wonach es Stoffe von verschiedener chemischer Beschaffenheit, aber gleicher atomistischer Zusammensetzung und Krystallgestalt gibt, welche einander in ihren Verbindungen, im Verhältniß ihrer Aequivalente, vertreten können, ohne daß die Krystallform der betreffenden chemischen Verbindung sich wesentlich ändert. Die Massentheilchen isomorpher Körper derselben Gruppe vermögen einander theilweise zu ersetzen, so daß ihrer mehrere in demselben Krystallindividuum zugleich auftreten können, während doch die Krystallform des letzteren im Wesentlichen so bleibt, als wenn nur Massentheilchen von einem einzigen dieser Körper in der Verbindung vorhanden wären. So kann z. B. in einem Alaunkrystall die Basis Kali (KO) durch Natron (NaO) ersetzt werden, und in vielen Mineralien ist die Basis **KO** durch **MgO**, **FeO**, **CaO** zugleich vertreten. Weiter schließt sich hieran die von Kopp und Schröder aufgezeigte Erscheinung, daß viele isomorphe Körper ähnliche Atomvolume und gleiche Atomzahlen haben. Das Atomvolumen ist die relative Größe verschiedenartiger Stoffe und die Atomzahl die relative Anzahl der Atome verschiedenartiger Körper in gleichem Raume. Jenes wird durch den Quotienten des specifischen Gewichtes in das Atom- oder Mischungsgewicht, diese durch den Quotienten des Atomgewichtes in das specifische Gewicht der Stoffe ausgedrückt. Doch ist hier unter dem Wort Atom selbstverständlich nicht ein einfaches Atom, ein Element, sondern eine Combination einfacher Elemente, also ein Massentheilchen oder Molecül zu verstehen.

Man nennt nun Körper, welche gleiche Krystallform, gleiches Atomvolumen und gleiche stöchiometrische Formel besitzen, isomorphe im engeren Sinne, zur Unterscheidung von anderen Körpern, die zwar gleiche Krystallgestalt und gleiche Formel, aber ein ungleiches Atomvolumen, oder bei gleicher Gestalt und gleichem Atomvolumen eine ungleiche Formel haben. Solche Körper nennt man homöomorphe oder isomorphe im weiteren Sinne.

Wenn Körper isomorph im engeren Sinne erscheinen, so kann ein kleinstes Massentheilchen des einen Körpers durch ein Massentheilchen des

anderen ersetzt werden. Es läßt sich aber auch sehr wohl denken, daß mehrere Massentheilchen eines Körpers zusammen ein Massentheilchen eines anderen Körpers in einer Verbindung so vertreten können, daß dadurch keine Veränderung der Krystallgestalt herbeigeführt wird. Scheerer hat diese Art der Vertretung verschiedener Massentheilchen, die er den polymeren Isomorphismus nennt, durch viele Beispiele aus dem Mineralreiche nachzuweisen gesucht. So sind Aspasiolith und Cordierit zwei Mineralien von gleicher Krystallform; und unter ihnen fand man Krystalle, die theilweise aus Cordierit und Aspasiolith bestehen. Beide enthalten gleiche Mengen Thonerde und Kieselsäure, der Aspasiolith aber enthält eine geringere Menge Magnesia und eine größere Menge Wasser als Cordierit, und aus dieser Differenz lassen sich in dem ersteren drei kleinste Massentheilchen Wasser als Aequivalent für ein Massentheilchen Magnesia nachweisen. In ähnlicher Weise können überhaupt m Massentheilchen des einen durch n Massentheilchen eines anderen Körpers vertreten werden. Doch ist dieser polymere Isomorphismus nur als ein Isomorphismus im weiteren Sinne oder als sogenannter Homöomorphismus zu betrachten, da es bei demselben nur zu einer Gleichheit oder Aehnlichkeit der äußeren Krystallgestalt, niemals zu einer sich bis in das einzelne Massentheilchen erstreckenden Formübereinstimmung kommt.

Zwei Körper können sehr wohl eine gleiche äußere Gestalt zeigen, wenn auch nicht alle einzelne Theilchen in beiden vollkommen gleich angeordnet sind. Der Flußspath (Ca F) und das Steinsalz (Na Cl) z. B. haben beide dieselbe stöchiometrische Constitution und gleiche Krystallgestalt, aber die Anordnung aller einzelnen Theilchen ist in beiden doch nicht vollkommen gleichartig; denn der Flußspath spaltet nach den Flächen des Octaëders, das Steinsalz aber nach den Flächen des Würfels. Hier, in diesen und anderen Fällen, wo die nächsten constituirenden Bestandtheile nicht einfache Elemente, sondern Combinationen aus denselben sind, kann bei verschiedenen Körpern neben der gleichen äußeren Krystallgestalt, die durch das gleiche stöchiometrische Verhältniß jener Bestandtheile bedingt ist, doch leicht eine gewisse Verschiedenheit

in der inneren physikalischen Constitution bestehen, welche ihren Grund darin hat, daß die einfachen Atome in den Massentheilchen dieser Körper nicht eine vollkommen gleiche Anordnung besitzen.

Die Atome oder Elemente derselben Massentheilchen, welche in bestimmten quantitativen Verhältnissen einen Körper bilden, können unter verschiedenen Umständen sich auf verschiedene Weise gruppiren und dadurch Verbindungen liefern, welche bei derselben procentischen Zusammensetzung und demselben Atomgewichte eine sehr merkliche Verschiedenheit in ihrer chemischen Natur zeigen. Derartige Verbindungen nennt man in der Chemie metamerische, während man unter polymerischen Körpern solche versteht, die bei gleicher procentischer Zusammensetzung ein verschiedenes Atomgewicht besitzen, so daß also hier die absolute Anzahl der verschiedenartigen Atomgruppen, welche in die Verbindung eingehen, nicht dieselbe ist. Die organische Chemie gibt zahlreiche hierher gehörige Beispiele. Zu dem letzteren Falle gehören in der unorganischen Chemie die unterschwefelige Säure (S^2O^2) und die Pentathionsäure (S^5O^5), die beide aus Schwefel und Sauerstoff in demselben relativen Verhältnisse bestehen. Gewöhnlich faßt man diese Erscheinungen unter dem Ausdrucke Isomerie (ἴσος, gleich, und μέρος, Theil, Antheil) zusammen, der im Allgemeinen die Eigenthümlichkeit zweier oder mehrerer Verbindungen bezeichnet, bei gleicher procentischer Zusammensetzung mit verschiedenen Eigenschaften aufzutreten.

§. 12.

Mechanische Verhältnisse, die bei dem Zusammentreffen starrer Massen entstehen.

Die Constitution der starren Materie, die wir als eine Combination kleinster Massentheilchen zu betrachten haben, beruht nach dem Obigen auf einem Gleichgewichte zwischen den Druckverhältnissen der äußeren und intermoleculären Aetherelemente. Dieses Gleichgewicht, demzufolge jedes Massentheilchen und jedes Element desselben seine be-

stimmte Stelle zu behaupten strebt, kann mechanisch auf verschiedene Weise gestört werden, so namentlich durch äußeren Zug und Druck. In jenem Falle werden die Massentheilchen über ihre Gleichgewichtslage hinaus voneinander entfernt, aber nur so, daß sie dabei einen allmälig wachsenden Widerstand leisten, weil während ihrer Entfernung voneinander der innere Druck allmälig ab-, der äußere dagegen in demselben Maße zunimmt. Dies geht so fort, bis zu einer gewissen Grenze, wo die Masse bei stetem Wachsen der dehnenden Gewalt plötzlich zerreißt, falls die Massentheilchen nicht in einem neuen Gleichgewichtszustande eine passende Anordnung gewinnen können. Ueberschreitet aber die äußere Gewalt jene Grenze nicht, so kehren die Massentheilchen nothwendiger Weise zurück in ihre anfängliche Stellung, welche dem ursprünglichen Gleichgewichte sämmtlicher Druckverhältnisse entspricht. Durch den äußeren Zug gerathen die Massentheilchen gewissermaßen in eine Spannung, mit der unmittelbar das Streben verbunden ist, in die anfängliche Lage zurückzukehren, so daß diese Spannung und der Widerstand, den die Theilchen der äußeren Einwirkung entgegensetzen, mit ihrer Entfernung voneinander bis zu einer bestimmten Grenze wächst. Werden die Massentheilchen umgekehrt durch einen äußeren Druck tiefer ineinander gedrängt, als es dem Gleichgewicht jener Druckverhältnisse entspricht, so erlangt der innere Druck das Uebergewicht; es entsteht dadurch zwischen den Theilchen gleichsam eine Repulsion und damit das Bestreben, in die anfängliche Lage zurückzukehren, ein Streben, das bis zu einer gewissen Grenze um so größer wird, je weiter sich die Theilchen von der bezeichneten Lage entfernen. Diese Gesetze kommen nur zur Anwendung, wenn starre Massen einander im Stoße begegnen.

Trifft eine Masse, die mit einer bestimmten Geschwindigkeit sich fortbewegt, auf eine andere ruhende, so strebt sie in den Raum der letzteren einzudringen, deren unmittelbar getroffenen Theilchen dadurch aus ihrer Gleichgewichtslage gebracht und gegen die anderen, inneren Theilchen gedrängt werden, die dann weiter auf die nächsten wirken, u. s. f. So gerathen alle diese Theilchen in Bewegung. Da aber dieselben in

ihre anfängliche Gleichgewichtslage mit einer gewissen Energie zurückstreben, so üben sie auf den anstoßenden Körper eine bestimmte Rückwirkung aus, die sich von dem Berührungspunkte aus durch die Masse des Körpers fortsetzt. Die Rückwirkung ist der Bewegungsrichtung dieser Masse entgegengesetzt; daher muß sich die Geschwindigkeit der letzteren vermindern, während sich in der gestoßenen Masse Geschwindigkeit erzeugt. Und diese Verminderung und Erzeugung von Geschwindigkeit dauert so lange als die Wechselwirkung beider Massen, nämlich so lange, als die letzteren sich gegenseitig drücken und einander den Raum streitig machen. Bald jedoch führt diese Wechselwirkung zu einer gewissen gemeinsamen Geschwindigkeit beider Massen, mit der sie sich dann hintereinander fortbewegen, ohne daß sie weiter aufeinander wirken. Der Vorgang bleibt aber derselbe, wenn zwei bewegte Massen in derselben Richtung, jedoch mit verschiedener Geschwindigkeit zusammentreffen. In Folge des Unterschiedes ihrer Geschwindigkeiten drücken sie einander zusammen, und während dies geschieht, nimmt die Geschwindigkeit der anstoßenden Masse ab, die der gestoßenen dagegen zu, so lange, bis beide Geschwindigkeiten gleich geworden sind. Die Differenz der Geschwindigkeiten, mit denen die beiden Massen einander begegneten, wird also in den Momenten ausgeglichen, worin diese Massen sich den Raum streitig machen. Diese Ausgleichung geschieht zwar in einer verhältnißmäßig sehr kurzen Zeit, aber doch bei weitem nicht plötzlich, sondern vielmehr allmälig von einem Massentheilchen fortschreitend zum andern.

Da die Einwirkung, welche zwischen einem bewegten und einem ruhenden Körper während des Stoßes statt hat, sich von den unmittelbar getroffenen Theilchen des zweiten Körpers durch alle Schichten seiner Masse von Theilchen zu Theilchen forterstreckt, so muß natürlicher Weise die Geschwindigkeit dieses Körpers nach dem Stoße um so geringer sein, je größer seine Masse ist, d. h. sie muß mit der letzteren im umgekehrten Verhältniß stehen. Ist nun die gestoßene Masse im Verhältniß zur anstoßenden sehr groß, so kann die gemeinsame Geschwindigkeit beider Massen nach dem Stoße nur sehr gering ausfallen,

und bei ungewöhnlicher Größe derselben sogar verschwindend klein werden.

Die Einwirkung der bewegten Masse auf die andere hat ihr bestimmtes Maß, das seinen Ausdruck findet in der Geschwindigkeit, die in der zweiten Masse während ihres Conflicts mit der ersten erzeugt wird. Dem Vorstehenden gemäß kann man sagen, daß die Intensität der Kraft, mit welcher die bewegte Masse auf die ruhende wirkt, der Geschwindigkeit der letzteren nach dem Stoße proportional sei. Auch ist es ebenso verständlich, daß die Kraftäußerung eines bewegten Körpers, bei einer bestimmten Geschwindigkeit, die ein zweiter Körper durch seine Wechselwirkung mit demselben erhält, der Masse des anderen proportional ist. Die Kraftäußerung ist also überhaupt proportional dem Product aus der Masse in die Geschwindigkeit des in Bewegung gesetzten Körpers. Dieses Product, welches man häufig die Bewegungsgröße eines Körpers nennt, betrachtet man als das Maß sogenannter momentan wirkender Kräfte. Obgleich nun in einer ruhenden Masse, die mit einer bewegten zusammentrifft, nicht im strengen Sinne momentan, sondern gewiß nur allmälig eine bestimmte Geschwindigkeit erzeugt wird, so kann man doch von momentanen Kraftäußerungen sprechen, sofern man nämlich darunter solche versteht, die in einer verhältnißmäßig sehr kurzen Zeit eine endliche Geschwindigkeit veranlassen. Der Begriff der sogenannten lebendigen Kraft aber, der erst in der neuern industriellen Mechanik eine bestimmte, sehr nützliche Beziehung erhalten hat, fällt unter einen anderen Gesichtspunkt. Derselbe entsteht bekanntlich dann, wenn eine Kraftäußerung, die durch einen gewissen Weg s constant auf eine Masse wirkt, dieser eine bestimmte Geschwindigkeit ertheilt, vermittelst deren die bewegte Masse dann auch im Stande ist, einen der Kraftäußerung gleichen Widerstand auf dem Wege s zu überwinden. Wenn z. B. ein Körper von einer gewissen Höhe herabgefallen ist, so hat er dadurch eine Geschwindigkeit gewonnen, mit der er in umgekehrter Richtung eben so hoch steigen könnte. Jeder bewegte Körper vermag nun einen Widerstand, der seine Geschwindigkeit fortwährend um einen gewissen Antheil vermin-

dert, durch einen Raum von bestimmter Länge zu überwinden. Und diese Beziehung auf einen bestimmten Weg, auf dem ein Widerstand zu überwinden ist, gehört wesentlich zu dem Begriff der sogenannten lebendigen Kraft. Die Wirkungsfähigkeit (lebendige Kraft) eines bewegten Körpers ist dann, wie man weiß, proportional dem Producte aus seiner Masse in das Quadrat seiner Geschwindigkeit.

Die obigen Gesetze vom Stoße gelten für Körper, deren Elasticität in sehr enge Grenzen eingeschlossen ist. Wenn zwei solche Körper in entgegengesetzten Richtungen gerade zusammentreffen, so halten sie einander das Gleichgewicht, d. h. sie bringen sich gegenseitig zur Ruhe, falls ihre Massen im umgekehrten Verhältniß zu den Geschwindigkeiten stehen, mit denen sie sich begegneten. Es ist also bekanntlich $m : m' = c' : c$, wo die Buchstaben des ersten Verhältnisses die Massen und die des zweiten die Geschwindigkeiten bezeichnen. Diejenigen Körper dagegen, welche in einem höheren Grade und zwar innerhalb gewisser Grenzen vollkommen elastisch sind, suchen ihre anfängliche Gestalt, die der Gleichgewichtslage aller Massentheilchen entspricht, nach jeder äußeren Einwirkung wieder vollständig herzustellen. Die Abweichung der Massentheilchen von ihrer Gleichgewichtslage ist aber hier viel beträchtlicher als dort, wo Massen von sehr geringer Elasticität zusammenstoßen. Je größer indessen diese Abweichung ist, desto energischer das Bestreben der Massentheilchen, in ihre normale Position zurückzukehren.

Der Stoß sehr elastischer Körper läßt sich nun bekanntlich in zwei Theile zerlegen, von denen der erste ganz dem Stoße unmerklich elastischer Körper entspricht. Stößt eine elastische Masse A auf eine andere B, die sich in derselben Richtung, aber mit geringerer Geschwindigkeit bewegt, so sucht jene in den Raum der zweiten einzudringen. Beide Massen drücken sich in und gegeneinander, und während dies geschieht, nimmt fortwährend die Geschwindigkeit der stoßenden Masse ab, die der gestoßenen aber zu. Dies geht so fort bis zum Moment der größten Zusammendrückung, wo beiden Massen eine gewisse gemeinsame Geschwindigkeit zukommt, die der gleich ist, welche sie bei

sehr geringer Elasticität nach dem Stoße haben würden. Für die in weiteren Grenzen vollkommen elastischen Massen beginnt jedoch im Augenblick ihrer größten Zusammendrückung der zweite Theil des Stoßes, indem die Theilchen jeder Masse in ihre ursprüngliche Lage mit einer Gewalt zurückkehren, die der Größe des gegenseitigen Druckes entspricht. Beide Massen erlangen dadurch ihre anfängliche Gestalt wieder, und sobald sie zu dieser zurückgekehrt sind, ist der Stoß beendigt.

Nun erleidet aber in dem zweiten Theil des Stoßes die Masse A von der anderen B, deren Theile der anfänglichen Bewegungsrichtung entgegen in ihre Gleichgewichtslage zurückspringen, eine zweite Verminderung der Geschwindigkeit, die der ersten, durch die Zusammendrückung beider Massen herbeigeführten, gleich zu schätzen ist. Dagegen erfährt gleichzeitig B eine zweite Vermehrung seiner Geschwindigkeit, nämlich von Seiten der Masse A, die in der anfänglichen Bewegungsrichtung beider Massen zu ihrer ursprünglichen Form zurückkehrt, und diese Geschwindigkeit ist gleich der, welche dieselbe Masse durch ihre erste Wechselwirkung mit A empfing. Man sieht nun leicht ein, daß die relative Geschwindigkeit beider Massen nach dem Stoße gleich ist der relativen Geschwindigkeit vor dem Stoße, nur der Richtung nach entgegengesetzt. Treffen daher zwei elastische Körper, etwa zwei Kugeln von gleicher Masse, in der angegebenen Weise zusammen, so vertauschen sie nach erfolgtem Stoße ihre Geschwindigkeiten. Wenn aber die Bewegungsrichtungen beider Massen einander gerade entgegengesetzt sind, so werden sie nach dem Stoße mit vertauschten Geschwindigkeiten nach entgegengesetzten Richtungen fortgehen.

Wenn ein Körper von sehr geringer Elasticität auf einen ruhenden von ähnlicher Art stößt, so erzeugt sich in dem letzteren bekanntlich eine Geschwindigkeit, die mit seiner Masse im umgekehrten Verhältnisse steht, und mit dieser Geschwindigkeit, die beiden Massen gemeinsam ist, gehen sie zusammen weiter. Sind daher beide Körper von gleicher Masse, so ist ihre gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoße die Hälfte von der Geschwindigkeit der anstoßenden Masse. Trifft dagegen eine sehr elastische Kugel auf eine andere von glei-

cher Masse, in deren Raum sie einzudringen strebt, so erzeugt sich auch hier in der ruhenden Kugel Geschwindigkeit, während die Geschwindigkeit der bewegten in demselben Maße vermindert wird. Beide Kugeln haben dann im Moment der größten Zusammendrückung eine gemeinsame Geschwindigkeit, die halb so groß ist als die Geschwindigkeit der anfänglich bewegten Kugel. Beide Kugeln stellen aber auch in demselben Moment ihre normale Constitution wieder her, und zwar in entgegengesetzten Richtungen mit einer Gewalt, die dem gegenseitigen Drucke dieser beiden Massen vollkommen entspricht. Daher empfängt denn die anfänglich ruhende Kugel von Seiten der bewegten eine neue Geschwindigkeit, die der schon erlangten gleich ist, und die bewegte eine abermalige Verminderung ihrer anfänglichen, schon zur Hälfte herabgesetzten Geschwindigkeit. Die anfangs bewegte Kugel wird also nach erfolgtem Stoße ruhen, und die andere vorher ruhende Kugel sich mit der Geschwindigkeit der ersteren fortbewegen. Stößt aber ein elastischer Körper gegen ein festes, nur wenig nachgiebiges Hinderniß, so erleidet derselbe eine seiner Geschwindigkeit entsprechende Compression, womit eine Vernichtung dieser Geschwindigkeit oder, was dasselbe ist, eine Erzeugung von Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung verbunden ist. Dann kehren die comprimirten, d. h. einander näher gerückten Theilchen der Masse, während diese sich gegen das Hinderniß stemmt, in ihre normale Position zurück, wodurch der Körper eine Geschwindigkeit empfängt, die der anfänglichen vor dem Stoße gleich, aber der Richtung nach entgegengesetzt ist.

Die zuvor erläuterten Gesetze über die mechanische Wechselwirkung starrer Körper lassen sich für den Fall des geraden centralen Stoßes sehr leicht durch bekannte mathematische Formeln darstellen, aus denen man dann auch wieder, mit Hilfe des Parallelogramms der Kräfte, leicht die Gesetze des schiefen Stoßes ableiten kann.

Obgleich die hier dargelegten Prinzipien im Wesentlichen ihre Geltung behalten, von welcher Art auch die Körper sein mögen, die einander im Stoße begegnen, so ist es doch gewiß, daß mancherlei Modificationen eintreten können und müssen, je nachdem härtere und

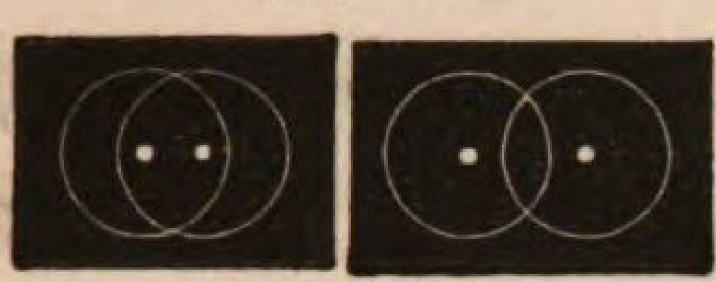
weichere, oder mehr oder weniger elastische Körper zusammentreffen. Unter Umständen kann sich die Adhäsion geltend machen, und starre Körper können durch ihre Wechselwirkung während des Stoßes eine bleibende Veränderung ihrer physikalischen Constitution erleiden, auch selbstverständlich ganz brechen, falls ihre Massentheilchen die Grenze der Elasticität und Cohäsion beträchtlich überschreiten.

§. 13.
Aggregatzustände der Materie mit Beziehung auf die sogenannten Imponderabilien.

Wenn ungleichartige Massentheilchen sich zu einem neuen Massentheilchen höherer Ordnung zusammensetzen, so findet dabei, nach den bereits dargelegten Principien, ein tieferes Ineinandergreifen derselben, also eine Verdichtung statt. Die Elemente der Aethersphären gerathen in neue Oscillationszustände, die sich durch den Aether im umgebenden Raume auf die Aethersphären anderer Körper übertragen, deren Grundbestandtheile dann gleichfalls einer gewissen Einwirkung unterliegen müssen. Man erkennt nun leicht, daß hieraus die Erscheinungen des Lichts und der Wärme resultiren können, welche mit chemischen Verbindungen und Trennungen so häufig verbunden sind. Diese Erscheinungen haben ihren Ursprung an der Materie, insofern als der Aether einen wesentlichen Bestandtheil derselben ausmacht; sie gehen von der Materie aus, und können sich, weil jene Bewegung der Aetherelemente auf den benachbarten Aether übergeht, weiter im Umgebungsraume fortpflanzen.

Wenn nun die Aethersphären verschiedener Elemente so weit ineinandergreifen, daß jedes Centralelement der einen Sphäre von der anderen umschlossen ist (siehe Fig. 5, S. 34), so wird dadurch ein festerer Zusammenhalt zwischen diesen Elementen bewirkt, die dann nicht nur in bestimmten Abständen, sondern auch in einer bestimmten gegenseitigen Lage zu verharren streben. Und dies entspricht dem Falle der starren Materie. Wenn aber irgend eine Ur-

Fig. 7.

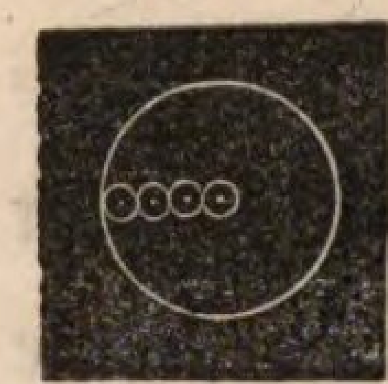


sache eine solche oscillatorische Bewegung der Aetherelemente veranlaßt, welche dem Drucke der Aethersphären von Innen nach Außen das Uebergewicht verschafft, so werden sich die Centralelemente bis zur Herstellung eines neuen Gleichgewichtes von einander entfernen müssen. Geht nun diese Entfernung so weit, daß das eine Centralelement aus der Sphäre des benachbarten Elements herausgedrückt wird (s. Fig. 7), dergestalt also, daß nur noch ein Ineinandergreifen der Aethersphären stattfindet, so ist die Aggregation der Elemente eine andere geworden. Die eine Aethersphäre wird sich jetzt leicht an der anderen verschieben lassen, wobei das betreffende Centralelement eine Drehung um das andere erfährt. Diese Elemente haben dann eine leichte, freie Beweglichkeit nach allen Richtungen gewonnen, und dies ist das charakteristische Kennzeichen der tropfbaren Flüssigkeiten. Es versteht sich aber von selbst, daß das eben Erörterte noch gerade so gelten wird, wenn man anstatt der einfachen Atome Atomgruppen oder Massentheilchen als Centra der Aethersphären annimmt. Wirkt nun die Ursache, welche in Folge einer oscillatorischen Bewegung der Aetherelemente den Druck der Sphären von Innen nach Außen verstärkt, fort, so werden die Centralmassentheilchen immer weiter voneinander entfernt; ihre Sphären greifen nicht mehr ineinander ein, hören aber darum nicht auf, vermittelst der zwischen ihnen gelegenen Aetherelemente gegeneinander zu wirken. Und hierdurch ist im Wesentlichen der gasförmige Aggregatzustand der Materie charakterisirt.

Die oscillatorische Bewegung, welche den Elementen einer Aethersphäre gemeinsam ist, wird beim Ineinandergreifen verschiedener Aethersphären mannigfache Modificationen, und zwar namentlich Richtungsveränderungen erfahren, die sich dann auch bei der wechselnden Verdichtung und Ausdehnung der Gesammtsphäre weiter im Umgebungsraume verbreiten können, obschon die Elemente des Aethers zusammen nicht eigentlich ein elastisches Fluidum bilden. Doch kann man sich auch die näheren Bestandtheile des Aethers als Molecüle denken, von denen jedes aus einem Centralelement nebst einer größe-

ren Anzahl anderer einfacher Elemente gebildet ist, und zwar so, daß die letzteren um das erstere, auf Grund jener oscillatorischen Bewegung, sphärenartig gruppirt sind. Diese Aethermolecüle gruppiren sich nun ihrerseits in derselben Weise um die einfachen Grundelemente und Massentheilchen der Materie, wobei sie mit ihren eigenen Sphären theilweise ineinandergreifen und dadurch ein zusammenhängendes Ganze darstellen. Man denke sich also an die Stelle eines jeden einfachen Elements der Sphäre (Fig. 2, S. 32) ein solches Aethermolecül. Dann können die Centralelemente sämmtlicher Aethermolecüle,

Fig. 8.



die auf einem beliebigen Radius einer derartigen größeren Sphäre liegen und miteinander gewissermaßen einen elastischen Faden bilden, von der Mitte der Gesammtsphäre aus in die verschiedenartigsten Schwingungen versetzt werden, welche zunächst nach den allgemeinen Bewegungsgesetzen eines gleichförmig elastischen Mediums zu beurtheilen sind. Wir huldigen nun bezüglich der Lichterscheinungen ganz der bekannten Undulationstheorie, sowie auch auf Grund des Obigen großentheils den Bestrebungen, die Erscheinungen der Wärme gleichfalls auf eine undulatorische Bewegung zurückzuführen, wiewohl hier noch besondere Modificationen in Hinsicht auf die Gruppirungsweise des Aethers bei dem Uebergange der Körper aus dem einen Aggregatzustande in den anderen vorkommen müssen.

Die Erscheinungen der Elektricität haften, wie die des Lichts und der Wärme, an der Materie; sie treten an derselben durch die verschiedenartigsten Ursachen hervor, können sich aber gleichfalls weiter in dem umgebenden Raume fortpflanzen und dadurch an und in anderen Körpern auf bestimmte Weise wiederholen. Auch diese Erscheinungen werden höchst wahrscheinlich durch bestimmte Gleichgewichts- und Bewegungsverhältnisse der Aetherelemente bewirkt, wobei jedoch noch sehr fraglich ist, ob alle Erscheinungen des Lichts, der Wärme und Elektricität durch eine und dieselbe Aetherart bedingt sind. Was dagegen den Magnetismus anlangt, so weiß man, daß derselbe sein Wesen hat in einer Polarität, d. h. in einem gewissen Gegensatze,

dessen ungleichartige Glieder schon in jedem kleinsten Massentheilchen der betreffenden Körper als vorhanden angenommen werden müssen. Da nun nach unseren Principien die kleinsten Theilchen der Materie aus ungleichartigen Elementen constituirt sind, so ist es uns wahrscheinlich, daß der Magnetismus wesentlich in der Constitution der Materie begründet ist, so jedoch, daß noch eine besondere Anordnung der Grundelemente erforderlich ist, wenn derselbe wirklich hervortreten soll. Mit diesen Erörterungen müssen wir uns hier begnügen, indem wir uns erlauben auf eine Schrift*) zu verweisen, in welcher die eben genannten Erscheinungen Gegenstand einer speciellen Betrachtung sind.

Die Grundelemente, aus welchen die sichtbare Natur constituirt ist, werden also vermittelst ihrer Aethersphären in bestimmten Abständen von einander gehalten, ohne daß das eine Element unmittelbar auf das andere wirkt. Aus der oben angestellten Untersuchung läßt sich aber erkennen, daß die Materie, vermöge der Anordnung oder Gruppirung der sie constituirenden einfachen Elemente, überall, sowohl in ihren näheren als auch in ihren entfernteren Bestandtheilen bis zu den kleinsten Massentheilchen herab, eine bestimmte Gliederung besitzen muß, die wohl mannichfach modificirt, aber niemals ganz aufgehoben werden kann.

§. 14.

Scheinbare Wirkungen in die Ferne.

Eine unmittelbare Wirkung in die Ferne (durch den leeren Raum) findet nach unseren Principien weder zwischen den einfachen Elementen, noch zwischen den aus diesen bestehenden Molecülen, noch endlich zwischen größeren Massen statt, welche aus solchen Massentheilchen zusammengesetzt sind. Auch deutet die Erfahrung nur in einzelnen Fällen scheinbar auf eine derartige Wirkung hin. Die chemischen

*) Des Verfassers Lehre von der Elektricität und dem Magnetismus. Versuch einer theoretischen Ableitung der gesammten magnetischen und elektrischen Erscheinungen. Leipzig bei O. Wigand 1855.

Processe erfordern durchweg eine innige Berührung der Körpertheilchen, und von den meisten physikalischen und mechanischen Processen gilt dasselbe. Ebenso ist es bei der Wechselwirkung zwischen den Körpern und unseren Sinnesorganen, durch welche wir die sinnlichen Eigenschaften der Körperwelt kennen lernen. Das Tastorgan, welches uns die Materie als etwas Raumerfüllendes zu erkennen gibt, muß mit derselben in Berührung kommen, und auch das Geschmacks- und Geruchsorgan reagiren nur gegen Körpertheilchen, mit denen sie in wirkliche Berührung treten. Die Erscheinungen des Schalles haben aber bekanntlich ihre Ursache in einer schwingenden Bewegung der Körpertheilchen, welche auf die Theilchen der umgebenden Luft sich überträgt und hierdurch zu unserem Gehörorgane gelangt, das gleichfalls mit der Luft in Berührung steht. Sollten nun die Körper ihre Gestalten dem Auge unmittelbar aufdringen? Oder werden nicht vielmehr die Empfindungen desselben ebenfalls durch irgend Etwas vermittelt, das zwischen dem Sehorgane und dem sichtbaren Körper vorhanden ist? Wir können diese Frage nur bejahen; denn alle Erscheinungen des Lichtes lassen sich, wie man weiß, mit Evidenz aus der schwingenden Bewegung gewisser Aetherelemente erklären, durch eine Bewegung, die von der Materie aus angeregt wird, so daß zwischen diesen Erscheinungen und denen des Schalles eine gewisse Analogie besteht. Auch von den Wirkungen der Elektricität und des Magnetismus können wir mit Grund behaupten, daß dieselben durch eine gewisse Vermittelung des Aethers von einem Körper auf den anderen übergehen. So bleibt nur noch ein Fall einer scheinbar unmittelbaren Wirkung in die Ferne übrig.

Was sollen wir nämlich halten von jenen Körpern im Himmelsraume, die, wie nicht geleugnet werden kann, nach einem gewissen Gesetze in weiten, aber bestimmten Abständen beieinander gehalten werden, so daß sich jeder Körper in einer gesetzmäßigen Bahn bewegt, die durch den Einfluß der übrigen Körper, welche zu einem größeren Ganzen gehören, bedingt ist? So besteht unser Sonnensystem aus einer Menge von selbstständigen Körpern, die alle in demselben Sinne

um die Sonne kreisen, während gleichzeitig einige wieder die Centralkörper von anderen kleineren sind. Dies Alles erklärt sich, wenn man annimmt, daß zwei Körper sich wechselseitig im directen Verhältnisse der Massen und im umgekehrten des Quadrates ihrer Entfernung anziehen; und eben daraus erklärt sich die freie, beschleunigte Bewegung der Körper, wenn diese in einem gewissen Abstande von der Erdoberfläche sich selbst überlassen werden. Während hier nur die Anziehung zwischen der Erde und dem fallenden Körper wirkt, welche den letzteren in Berührung mit dem ersteren bringt, findet bei den Körpern im Himmelsraume noch eine tangentiale Wirkung statt, die im Verein mit der Anziehung und der hierdurch bewirkten Bewegung nach dem Centralkörper hin eine kreisende Bewegung in geschlossener Bahn hervorbringt. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Himmelskörper nach einem bestimmten Gesetze in bestimmten Entfernungen beieinander gehalten werden, während sie ihre Bahnen im Weltenraume vollführen, aber die Erfahrung sagt uns gewiß nicht, daß dies die Folge eines unmittelbaren wechselseitigen Einflusses der betreffenden Körper sei, obschon man sich allenfalls denken kann, daß die Bewegungserscheinungen derselben so vor sich gehen, als ob sie durch eine gegenseitige Anziehung bewirkt würden, welche im directen Verhältniß der Massen und im umgekehrten des Quadrates der Entfernungen je zweier Körper oder Körpertheilchen steht. Doch ist dies nicht der richtige Ausdruck des Gravitationsgesetzes, sofern damit dessen thatsächlicher Charakter bezeichnet werden soll. Vielmehr kann man sagen: zwei Körper (oder Körpertheilchen) im Raume haben die Tendenz, sich zu einander hinzubewegen, dergestalt, daß dieselbe in der eben ausgesprochenen Weise von ihren Massen und ihrer Entfernung abhängig ist. Die Frage nach der Ursache dieser Tendenz (oder auch der Gravitation) könnte man dann einstweilen dahin gestellt sein lassen. Wollten wir jedoch eine unmittelbare gegenseitige Anziehung dieser Körper durch den leeren Raum annehmen, so möchte eine solche Hypothese wohl sehr wenig geeignet sein, unsere Einsicht in den wahren Zusammenhang der betreffenden Erscheinungen zu fördern. Wie

wenig aber Newton selbst, der jenes Gravitationsgesetz auffand, einer derartigen Annahme geneigt war, ergibt sich aus folgender Stelle*), die in seinem dritten Briefe an Bentley vorkommt: „daß der Materie die Schwerkraft angeboren, inhärirend und wesentlich sei, so daß ein Körper auf einen anderen in der Ferne durch ein Vacuum wirken könnte, ohne Vermittelung von Etwas, womit und wodurch die Wirkung und die Kraft von dem einen zum anderen fortgeführt würde, ist für mich eine so große Ungereimtheit, daß ich glaube, Keiner, der in philosophischen Dingen eine competente Fähigkeit des Denkens besitzt, könne jemals in dieselbe verfallen. Gravitation muß durch ein beständig nach gewissen Gesetzen wirkendes Agens erzeugt werden." Ob aber dieses Agens als materiell oder immateriell, und wie es als wirksam zu denken sei, überläßt Newton einer ferneren Untersuchung.

Niemand hat wohl diesen Ausspruch Newton's so sehr verkannt als der in den inductiven Wissenschaften oft so klar sehende Logiker J. S. Mill**). Nach ihm findet jetzt Niemand mehr die geringste Schwierigkeit darin, sich die Schwere als eine der Materie wesentlich inwohnende Eigenschaft zu denken oder zu begreifen, daß die Sonne die Erde unmittelbar anzieht. Doch bekennt er auch wieder anderwärts***), die Mehrzahl der Gelehrten habe die Schwierigkeit einer unmittelbaren Wirkung in die Ferne noch nicht vollständig überwunden; denn obschon sie zuletzt (seit Newton) zu begreifen gelernt hätten, daß die Sonne ohne zwischentretendes Fluidum die Erde anziehe, so könnten sie doch noch nicht begreifen, daß die Sonne ohne ein solches Medium die Erde beleuchte. Aber das erstere ist heut zu Tage in der That noch eben so unbegreiflich als das letztere, und zwar nicht etwa blos subjectiv unbegreiflich, sondern objectiv im

---

*) Newton's Works, Horsley's Edit. 4°. 1783. Vol. IV. p. 438. Poggend. Ann. Bd. 88. S. 567.

**) Die inductive Logik, aus dem Englischen von Schiel, 1849. S. 575 ff.

***) Einleitung S. XXXIV.

strengsten Sinne. Mill hat sich, wie es scheint, durch den gewöhnlichen Ausdruck des Gravitationsgesetzes, worin man die Gravitation ohne Weiteres mit einer gegenseitigen, unmittelbaren Anziehung aller Körper im Weltraume identificirt, beirren lassen. Nicht eine solche Anziehung, sondern das Gesetz, nach welchem sich die Körper im Weltraume zu einander hinzubewegen suchen, hat Newton entdeckt, der hier vollkommen scharf sah und ein hinreichend klares Bewußtsein von dem Umfange seiner Entdeckung hatte. Es kann nämlich nicht bezweifelt werden, daß alle Weltkörper, die z. B. zum Sonnensystem gehören, sich ohne sonstigen Bewegungsantrieb mit gleichförmiger Beschleunigung nach der Sonne hinbewegen würden, gerade so wie sich Körper, die in einer gewissen Entfernung von der Erdoberfläche sich selbst überlassen werden, nach der Erde hinbewegen. Und so würden überhaupt zwei Körper im Weltraume, falls sie nicht irgendwie behindert wären, eine gleichförmig beschleunigte Bewegung zu einanderhin annehmen, dergestalt, daß sie in derselben Zeit Räume, die im umgekehrten Verhältnisse ihrer Massen stehen, zurücklegen würden. Hierin besteht Newton's große Entdeckung. Was aber die Ursache dieser gleichförmig beschleunigten Bewegung anlangt, so konnte sich Newton nicht entschließen, dieselbe einer unmittelbaren durch den leeren Raum wirkenden Thätigkeit der betreffenden Körper zuzuschreiben.

M. W. Drobisch bemerkt*) bei Gelegenheit einer Betrachtung der Newton'schen Principien in Hinsicht auf die Gravitation, daß die von Newton versuchte Anwendung des Gesetzes der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung, welches allerdings für Druck und Gegendruck unmittelbare Evidenz habe, auf Attractionen in die Ferne nicht streng zuläßig sei, wie dann auch schon Kästner**) dagegen nicht unbegründete Bedenken erhoben habe. Wenn eine gegenseitige

*) Zeitschrift für Philos. und philos. Kritik von Fichte rc. Neue Folge. Bd. XXVIII. Heft 1. S. 52. 63 ff.

**) Höhere Mechanik III. §. 130.

Anziehung zwischen Sonne und Erde stattfände, so sei die Anziehung, welche die Erde auf die Sonne ausübe, nicht eine bloße Reaction gegen die von der Sonne auf die Erde ausgehende Anziehung, wie etwa der Widerstand der Last, die ein Pferd zieht, gegen dessen Zugkraft, sondern beide Attractionen verhielten sich von Anfang an gleich activ und würden nicht vorzugsweise von einem der beiden Körper angeregt, indeß der andere blos Widerstand leiste. Man habe daher später Newton's Begründung aufgegeben und sich begnügt, den Satz, daß die Anziehungen der Körper unter übrigens gleichen Umständen den Massen proportional seien, als ein bloßes Axiom hinzustellen, das sich durch Uebereinstimmung seiner Consequenzen mit der Erfahrung bewährt. Dessenungeachtet könne durch eine etwas veränderte Wendung Newton's Deduction wohl gerechtfertigt werden, wenn man mit demselben die Größe des Effects der bewegenden Ursache nicht blos nach der Größe der ertheilten Geschwindigkeit (oder Geschwindigkeitsänderung), sondern nach der Größe der Bewegung, also nach dem Product aus der Masse in die Geschwindigkeit beurtheile. Es ist dann, wenn a und b die Geschwindigkeiten zweier gravitirender Massen A und B bezeichnen, $Aa = Bb$. Wie ungleich nämlich auch die Massen dieser Körper sein mögen, so werden doch beide in gleichem Maße von der Wirkung betroffen. In der Gravitation liegt ein solches Verhalten zweier Körper zu einander vor, wobei beide Körper völlig gleich betheiligt sind. Die Nöthigung zur Bewegung geht von beiden zugleich aus, ist für beide ursprünglich nur eine, nämlich zur Verminderung ihrer Entfernung mit bestimmter Geschwindigkeit. Diese Nöthigung zur Bewegung trifft nun zwar die Körper zu ganz gleichen Theilen, aber der Effect, sofern er sich in der Geschwindigkeit offenbart, kann bei ungleichen Massen nicht gleich sein, sondern muß für die größere Masse, wo er sich auf eine größere Anzahl materieller Punkte oder Theile der Materie vertheilt, nach demselben Verhältnisse, in welchem diese Masse die kleinere an Größe übertrifft, kleiner sein, d. h. es muß sich nach der obigen Bezeichnung $a : b = B : A$ verhalten, welche Proportion die Gleichung $Aa = Bb$ gibt, wo-

durch die Gleichheit der Effecte auf beide Körper unmittelbar ausgedrückt wird.

Durch Anerkennung dieser Newton'schen Auffassung, bemerkt Drobisch weiter, erhält die gewöhnliche physikalische Ansicht von der Materie und ihren Kräften folgende Modification: „Das nämlich, was zwei anziehende und abstoßende Körper A, B zur Annäherung oder Entfernung zwingt, hat weder in A, noch in B allein, noch auch in beiden zugleich als einzelnen seinen Sitz, als von A aus auf B und von B aus auf A übergehende doppelte Thätigkeit oder Kraft, sondern ist nur Eines, was in dem Verhalten, der Beziehung zwischen A und B seinen Grund hat; die Kraft ist eine Nöthigung, der A und B in gleichem Maße nachgeben müssen, ein Drittes, das freilich nicht etwa ein Selbstständiges, auch ohne A und B Vorhandenes, sondern ein durch das Verhältniß beider zu einander Bedingtes und Gesetztes ist, und die Wirkung dieser Kraft vertheilt sich gleichmäßig auf die Körper, von denen man sagt, daß sie einander anziehen und abstoßen, die Wirkung aber besteht in der Größe der Bewegung, nicht blos der Geschwindigkeit."

Doch soll das Resultat: Kräfte beruhen nur auf einem Verhalten der Körper, an deren Bewegungen sie sich offenbaren, nicht schon als ein Aufschluß über das Wesen der Kräfte, sondern zunächst nur als eine richtigere formale Begriffsbestimmung derselben gelten, selbst dann noch, wenn die Uebereinstimmung derselben mit den Datis der Erfahrung nachgewiesen ist. Dies sei auch die Meinung Newton's, dem die absolute, vom Centrum ausgehende Anziehung nur ein formaler mathematischer Begriff ist, der nichts weiter besagen soll, als daß sich die Körper so bewegen, als ob sie von einer solchen Kraft zur Bewegung angetrieben würden, und der auch anerkennt, daß die Wirkung durch den leeren Raum weit unbegreiflicher sei, als die Wirkung, bei der die wirkenden Stoffe nicht ohne alle Gemeinschaft sind, und daß es für jene noch einer Vermittlung bedürfe.

§. 15.

Gravitation und Schwere, auf Grund der bereits dargelegten Principien.

Unsere Principien führen nun, consequent verfolgt, gewissermaßen von selbst dahin, daß der Aether nicht allein die einfachen Grundelemente der Materie und die aus ihnen constituirten Massentheilchen zusammenhalte, sondern auch zwischen den größeren aus solchen Massentheilchen bestehenden Körpern eine gewisse Gemeinschaft unterhalten müsse.

Wie der Aether sich um jedes Grundelement und Massentheilchen der Materie gruppirt, so wird derselbe auch um jeden größeren Körper eine Sphäre bilden, die sich abwechselnd ausdehnt und zusammenzieht, indem ihre Molecüle abwechselnd zu dem Körper hin und von ihm hinweggehen. Die Verbreitung und Wirksamkeit einer solchen Sphäre im Raume wird aber von der Masse des Körpers, welchem sie zugehört, abhängen müssen. Denken wir uns nun zwei Körper, etwa zwei Kugeln, in einer gewissen Entfernung voneinander, so daß ihre Sphären in einander eingreifen können, so wird zwischen beiden Körpern eine Verzögerung der oscillirenden Bewegung des Aethers stattfinden; dadurch gewinnt der äußere Druck der Aethersphären das Uebergewicht, zufolge dessen sich dann diese Körper zu einanderhin bewegen werden, so, als ob sie sich gegenseitig anzögen. Ist aber der eine Körper im Verhältniß zum andern sehr klein und in die Aethersphäre des letzteren eingetaucht, so wird derselbe bei jeder Contraction dieser Sphäre einen Antrieb zur Bewegung nach dem größeren Körper hin erlangen. Jede einzelne Wirkung dieser Art wird zwar nicht so energisch sein, als wenn zwei ungleichartige Elemente oder Massentheilchen mit ihren Sphären ineinandergreifen (§. 10), aber es findet hier eine Summation der Wirkungen statt, aus der eine beträchtliche Gesammtwirkung resultiren kann. In dem Momente also, wo die Sphäre des größeren Körpers sich zusammenzieht, wird auf den kleineren ein Druck ausgeübt, der ihn nach jenem hintreibt, so als ob hier eine Anziehung, die Gravitation, ihren Sitz hätte. Diese Bewegung,

welche sich fortsetzt, während die Sphäre sich ausdehnt und verdünnt, wird durch jede folgende Contraction des Aethers verstärkt. Alle Massentheilchen des bewegten Körpers werden von Seiten des sich zusammenziehenden Aethers durch denselben Druck afficirt, und wenn dieser Körper im Verhältnisse zum anderen von sehr geringer Ausdehnung ist, so werden alle seine Massentheilchen von gleichen, parallelen Druckkräften getrieben. Hiervon können wir nun sogleich eine Anwendung machen auf die nähere Bestimmung der Wirkung, welche irgend ein Weltkörper auf andere kleinere Körper ausübt, die sich innerhalb seiner Aethersphären befinden, z. B. auf die Wirkung der Erde gegen irgend einen Körper, wenn derselbe in einer gewissen Entfernung von ihrer Oberfläche sich selbst überlassen wird.

Jede Contraction des schwingenden Aethers, der um die Erde in der Form einer Sphäre gruppirt ist, ertheilt einem solchen Körper eine gewisse Geschwindigkeit, die durch jede folgende Contraction vermehrt wird. Diese Einwirkung wiederhole sich allemal nach Verlauf des mten Theiles einer Secunde, die als Zeiteinheit angesehen werde. Der Körper wird dann, während dieser Zeiteinheit, eine Anzahl m jener Einwirkungen erfahren, die zusammen ihm eine bestimmte Geschwindigkeit = g ertheilen werden. Die Geschwindigkeit, welche durch eine einzige Contraction des oscillirenden Aethers bewirkt wird, ist demnach $\frac{g}{m} = p$, und der Weg, welchen der Körper mit derselben in dem Zeittheilchen $\frac{1}{m} = \tau$ durchfällt, $= \frac{g}{m^2} = p\,\tau$.

Mit Rücksicht auf die nacheinander folgenden Zeittheilchen o, τ, 2τ, 3τ, ... $n\tau$, hat man nun für die von den Einwirkungen des Aethers herrührenden Geschwindigkeiten, am Anfange eines jeden solchen Zeittheilchens, der Reihe nach p, 2p, 3p, ... np, und für die während dieser Zeittheilchen durchlaufenen Wege: $p\tau$, $2p\tau$, $3p\tau$, ... $np\tau$. Die Summe aller dieser Wege ist $s = p\tau(1 + 2 + 3 + \ldots + n) = p\tau(1 + n)\frac{n}{2}$ oder, wenn man für p und τ ihre obigen Werthe setzt, $s = \frac{g}{2}\left(\frac{n}{m^2} + \frac{n^2}{m^2}\right)$.

Bezeichnet man nun die beliebige Anzahl von Zeittheilchen, deren jedes $= \frac{1}{m}$ ist, nämlich $\frac{n}{m}$, mit t, so hat man $n = mt$ und daher auch $s = \frac{g}{2}\left(\frac{mt}{m^2} + \frac{m^2t^2}{m^2}\right) = \frac{gt^2}{2} + \frac{gt}{2m}$.

Das zweite Glied dieser Formel wird aber um so kleiner, je größer m, d. h. je schneller die Contractionen des schwingenden Aethers aufeinanderfolgen, oder in je kürzerer Zeit die Aetherschwingungen vollendet werden. Nimmt man nun an, daß die Schwingungszeit außerordentlich klein ist, oder daß die Schwingungen ungemein rasch aufeinander folgen, so kann man $n = \infty$ setzen, zufolge dessen das zweite Glied jener Formel verschwindet. Daher $s = \frac{1}{2} gt^2$.

Setzt man aber in dem Ausdrucke $np = \frac{ng}{m}$ der durch n Aethercontractionen bewirkten Geschwindigkeit: $n = mt$, so erscheint $c = gt$ für die Geschwindigkeit c, welche der Körper während der Zeit t erlangt hat, wo g immer, seinem obigen Begriffe gemäß, die in der Zeiteinheit erzeugte Geschwindigkeit ist.

Die Formeln $c = gt$ und $s = \frac{1}{2} gt^2$ drücken nun bekanntlich die Bewegungsgesetze der frei nach der Erde hinfallenden Körper aus. Das Resultat jener Aetherschwingungen ist also dasselbe, als ob die Bewegung dieser Körper von einer continuirlich wirkenden Kraft herrührte. Man betrachtet die Schwere als eine solche Kraft, nimmt jedoch häufig, um die betreffenden Gesetze abzuleiten, an, daß dieselbe stoßweise wirke. Dadurch zerlegt man die gleichförmig beschleunigte Bewegung, der eben dargelegten Entwickelung gemäß, in eine Folge gleichförmiger Bewegungen, die zusammen sich jener um so mehr nähern, je schneller die stoßweisen Wirkungen aufeinanderfolgen. Es kann aber wohl keinem erheblichen Zweifel unterliegen, daß die Aethercontractionen eine gleichförmig beschleunigte Bewegung der fallenden Körper bewirken werden, sobald nur die Schwingungszeit des Aethers so klein ist, daß das zweite Glied in der obigen Formel für s in Bezug auf das erste vernachlässigt werden kann. Auch kann

man bei der Betrachtung des freien Falles der Körper von verhältnißmäßig geringen Höhen annehmen, daß die aufeinander folgenden Contractionen des schwingenden Aethers gleich sind. Sonst muß aber die Wirkung mit der Entfernung von der Erde abnehmen; denn je weiter die Aetherschichten von der Oberfläche der Erde entfernt liegen, desto geringer ist ihr Zusammenhang mit der letzteren, und von diesem Umstande hängt die Intensität der Wirkung ab. Da nun die Oberflächen verschiedener Kugelschichten sich verhalten wie die Quadrate ihrer Halbmesser, so wird die Wirkung mit dem Quadrate der Entfernung abnehmen.

Wie die Körper über der Oberfläche der Erde sich zu dieser, so werden sich die verschiedenen Planeten in der Aethersphäre der Sonne, ihres Centralkörpers verhalten, so weit es ihr Bestreben betrifft, sich nach dem letzteren hinzubewegen. Viele Weltkörper zusammengenommen können aber den Aether zu einem solchen Systeme von Schwingungen veranlassen, als ob dasselbe von ihrem gemeinschaftlichen Schwerpunkte ausginge. Die Contraction oder Rückwirkung des schwingenden Aethers wird sie dann alle gegen ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt hintreiben, so als ob in diesem die Gravitation ihren Sitz hätte.

§. 16.

Kurzer Rückblick.

Der große Reichthum von Erscheinungen, welchen die gegebene Natur darbietet, läßt sich durch eine vergleichende Betrachtung in verschiedenartige Gruppen sondern, deren eine jede, in Hinsicht auf ihr Ursächliches, Gegenstand einer Specialuntersuchung werden kann. Die Körper aber, an welchen die mannichfachen Naturerscheinungen zu Tage treten, sind bis zu gewissen Grenzen chemisch und mechanisch theilbar. Die chemische Theilbarkeit führt jeden zusammengesetzten Körper zurück auf eine Mannichfaltigkeit einfacherer Bestandtheile, die in einem gewissen Gegensatze zueinander stehen. Die mechanische Theilbarkeit liefert dagegen Theilchen, die dem Ganzen, aus dem sie

hervorgehen, gleichartig erscheinen. Von den kleinern Theilchen gelangt man im Denken, gestützt auf die Analysis des erfahrungsmäßig Gegebenen, zu kleinsten Massentheilchen, die noch die Natur des größeren materiellen Ganzen, das sie zusammen bilden, an sich haben. Die kleinsten Massentheilchen eines jeden Körpers sind endlich Combinationen jener absolut einfachen Elemente (Atome), aus deren Kraftverhältnisse sie, die Massentheilchen, resultiren. Die Bildung der letzteren ist aber bedingt durch ein Zusammensein der Elemente, das entweder als ein ursprüngliches angenommen werden oder durch eine ursprüngliche Bewegung der Elemente herbeigeführt sein kann.

Es liegt nun im Begriff der einfachen Elemente, daß sie auf eine Mannichfaltigkeit noch einfacherer Bestandtheile nicht zurückgeführt werden können. Mit der Annahme derselben sind wir zu einer nothwendigen Grenzvorstellung gelangt, die wir, so lange man im Bereiche der uns gegebenen Natur verweilt, nicht zu überschreiten brauchen. Doch liegt die Möglichkeit vor, daß selbst die einfachen Elemente noch durch etwas Anderes, von ihnen völlig Verschiedenes, bestehen, das dann für sie alle dasselbe sein muß, und von dem sie alle auf gleiche Weise abhängen werden. Die Art und Weise indeß, wie die vielen einfachen Wesen (Elemente) von dem Einen abhängen, vermögen wir hier, auf dem Standpunkte der Physik, nicht näher zu bestimmen, und ist wohl überhaupt kein Gegenstand menschlicher Forschung. Für das Interesse des religiösen Glaubens ist es völlig hinreichend, wenn die Physik, auf Grund ihrer eigenen Principien, die Möglichkeit jener Abhängigkeit anerkennt. Wir können daher schon ohne besondere Hinweisung auf die unläugbar gegebenen Zweckformen der organischen Natur hier mit dem Apostel Paulus schließen: „Es sind mancherlei Kräfte, aber es ist Ein Gott, der da wirket alles in allen."

Druck von Otto Wigand in Leipzig.

Druck von Otto Wigand in Leipzig.